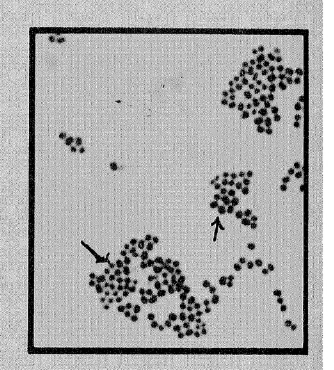


مؤسسة الكويت للتقدم العلمي
إدارة التأليف والترجمة والنشر



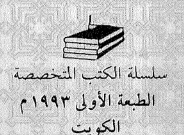
الكائنات الدقيقة

(البكتيريا)

في البيئة الكويتية

تأليف

د. مرزوق يوسف الغنيم د. علي دياب صرماني



سلسلة الكتب المتخصصة
الطبعة الأولى ١٩٩٣م
الكويت



مؤسسة الكويت للتقدم العلمي
ادارة التأليف والترجمة والنشر

الكائنات الدقيقة
(البكتيريا)
في البيئة الكويتية

تأليف

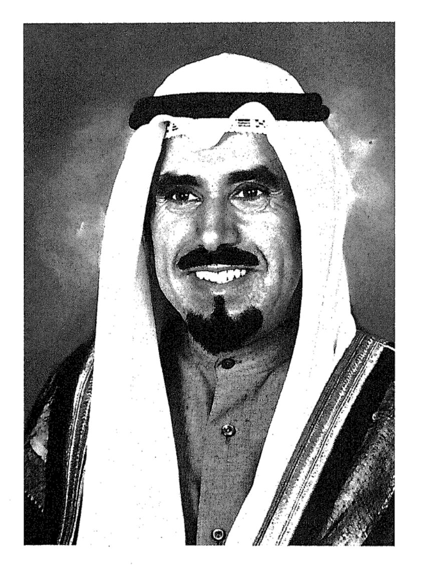
د. مرزوق يوسف الغنيم

د. علي دياب صرماني



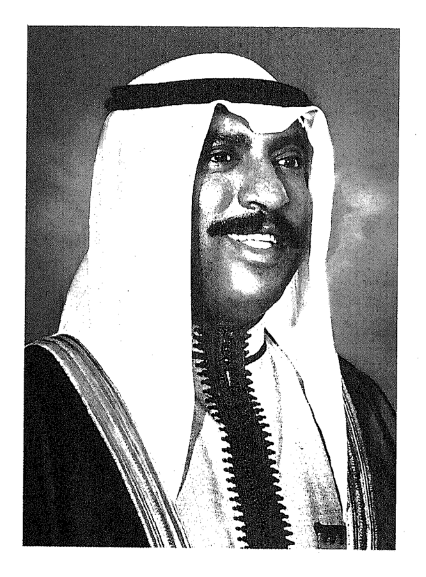
سلسلة الكتب المتخصصة
الطبعة الأولى ١٩٩٣م
الكويت


بسم الله الرحمن الرحيم



صاحب السمو الشيخ جابر الأحمد الجابر الصباح

أمير دولة الكويت



سمو الشيخ سعد العبد الله السالم الصباح

ولي العهد ورئيس مجلس الوزراء

المحتويــات

بسم الله الرحمن الرحيم

تقديم

لم تكن كثير من الكائنات الدقيقة معروفة إلى زمن قريب، إذ إن اكتشافها ارتبط باكتشاف المجاهر الدقيقة، التي لم تكن معروفة حتى بدايات القرن العشرين، وإن كان الإنسان يعرف أن هناك شيئاً ما يعيش بيننا، ويرى تأثيره في كثير من المواد الغذائية، والحيوان، والإنسان، ولكنه لم يكن يعرف كنه هذا الشيء. وباكتشاف المجاهر الدقيقة، والكشف على عينات من جسم الإنسان، أو الحيوان، أو عينات من نباتات مصابة بأمراض وجد أن هناك مجموعة متنوعة من الكائنات الدقيقة، ذوات الأشكال المختلفة، تصيب هذا الكائن أو ذاك، وتسبب له الأمراض، أو فساد المواد الغذائية.

وبدأت الدراسات الكثيرة المتسارعة لمعرفة أشكال هذه الكائنات وتركيبها وأنشطتها المختلفة، وظهر علم جديد في عالم الحياة سمّي بعلم الكائنات الدقيقة«Microbiology».

ولحداثة هذا العلم، «علم الكائنات الدقيقة» نرى أن الكتب والمراجع الخاصة به قليلة أو حديثة جدا ـ بالمقارنة بباقي العلوم الأخرى ـ وجل المتوفر باللغة الإنجليزية، أما الكتب العربية، التي تُعنى بهذا الفرع من العلوم، فتكاد تكون نادرة، على الرغم من الكمية الهائلة من الأبحاث، التي أُجريت في البلاد العربية عن الكائنات الدقيقة في التربة أو في الهواء أو في الماء. ولذلك رأينا أن نضع هذا الكتاب باللغة العربية عن الكائنات الدقيقة في البيئة الكويتية، وهو عبارة عن مجموعة أبحاث

تطبيقية على البيئة الكويتية (تربة، بحر، هواء)، وكنا نهدف بذلك إلى شقين:

- الشق الأول: أن يتابع المتخصص في هذا المجال الجديد فيه باللغة العربية.
- والشق الثاني: أن يتعرف القارىء غير المتخصص على علم الكائنات الدقيقة بشكل عام، والكائنات الدقيقة بالبيئة الكويتية بشكل خاص.

وقد قسم هذا الكتاب إلى خمسة أبواب، فالباب الأول: يعرف القارىء بالكائنات الدقيقة بشكل عام، ثم تأثير هذه الكائنات بعضها على بعض، وعلاقتها بالكائنات الحية الأخرى، ثم عرض مبسط لأشكال الخلايا البكتيرية، وتجمعاتها، وانتشارها، ثم طريقة تغذيتها وتكاثرها، أما الباب الثاني: فقد استعرض الكائنات الدقيقة في التربة، وتأثير بعضها على بعض، ثم تأثيرها على النباتات المختلفة، وقد جاء التأكيد في هذا الباب على الكائنات التي تعيش في التربة، وكذلك علاقتها بالنباتات المختلفة، وذلك بسبب سيادة البيئة الصحراوية بالكويت، لأن معظمهم الأبحاث التي أجريت كانت عن الكائنات الدقيقة في التربة وعلاقتها بالنباتات المختلفة.

أما بقية الأبواب، فقد احتوى كل باب على مقدمة، تعطي خلفية علمية عن الأبحاث التي أجريت حول هذا الباب، ثم يأتي بعد المقدمة الدراسة الخاصة بالبيئة الكويتية، فالباب الثالث: يختص بالبكتيريا في التربة الكويتية، حيث يتكلم عن البكتيريا في المستنقعات الملحية، والسهل الصحراوي، ثم البكتيريا التي تحلل زيت البترول في التربة الكويتية.

أما الباب الرابع: فيختص بالبكتيريا في البيئة البحرية الكويتية، وقسم هذا الباب إلى البكتيريا البحرية العادية، ثم المصاحبة للطحالب،

ثم البكتيريا التي تحلل زيت البترول، وجاء الباب الخامس ليتكلم عن البكتيريا في هواء الكويت، حيث احتوى على البكتيريا العادية، ثم المحبة لدرجات الحرارة المرتفعة، وأخيرا البكتيريا التي تنتشر في هواء المستشفيات.

واختتم كل باب بالمراجع التي تختص به، إلا البابين الاول والثاني، حيث دمجت مراجعهما مع الباب الثالث.

نرجو أن نكون بهذا الجهد قد قدمنا للقارىء، وللمختص، وللمكتبة العربية، كتابا يسد فراغا موجودا بالفعل، وأن نرى العلوم الأخرى قد كتبت باللغة العربية، حتى يستطيع القارىء غير المختص متابعة العلوم المختلفة بيسر.

والله ولي التوفيق

المؤلفان

كلمة لابد منها

سلمت أصول هذا الكتاب لمؤسسة الكويت للتقدم العلمي قبل الغزو العراقي للكويت، وكان من المنتظر صدوره خلال شهر سبتمبر ١٩٩٠. وقد تم بالفعل مراجعة المرحلة الأولى من الطباعة في شهر أغسطس ١٩٩٠. ولكن الهمجية التي قام بها الغزاة في معاملتهم لكل ماهو حضاري في الكويت من تخريب وتدمير وحرق، أتلفت فيما أتلف أصول هذا الكتاب وأشكاله الملونة الأصلية.

وكان من المهام التي قامت بها المؤسسة بعد التحرير البدء في طباعة الكتب التي سلمت لها قبل ذلك الغزو وفيهم هذا الكتاب. وقد رأينا أن تبقى الأصول كما سلمت قبل الغزو.. علماً بأنه بعد التحرير قد أجريت عددا من البحوث عن الكائنات الدقيقة في البيئة الكويتية سواء ما قام به المؤلفين في مجال معالجة التربة الملوثة بالنفط أو الكائنات الدقيقة في هواء الكويت ، أو ما قام به مجموعة أخرى من الباحثين في نفس المجال.

المؤلفان

الفصل الأول

الكائنات الدقيقة
وأهميتها في حياة الكائنات
الحية الأخرى

مقدمة

من الصعب أن نعرف ما هي الحياة؟ ولكن نستطيع القول إن الكائنات الحية تتميز باحتوائها على مادة هي «االبروتوبلازم Protoplasm»، كما أنها تتصف بقدرتها على القيام بالأنشطة الحيوية المختلفة، من حركة، واحساس، وتنفس، ونمو. . الخ، وهذه الأنشطة المختلفة قد تحتاج إلى طاقة، يستطيع الكائن الحي الحصول عليها عن طريق هدم المواد الغذائية المخزنة لها، وتتم عملية الهدم هذه في أثناء قيام الكائن الحي بعملية التنفس، حيث تمر المواد الغذائية المعقدة داخل جسم الكائن الحي في سلسلة من التغيرات الكيموحيوية المختلفة وذلك بفعل مواد خاصة تسمى الانزيمات، ونتيجة لهذه التفاعلات تنطلق الطاقة اللازمة وتتحول المواد الغذائية المعقدة إلى مواد بسيطة يستغلها الكائن الحي في وجود هذه الطاقة المنطلقة لبناء ما يلزمه لاستمراره على قيد الحياة.

والكائنات الحية تختلف بعضها عن بعض اختلافا كبيرا، فمنها الكائنات العملاقة مثل الأشجار الضخمة، والحيوانات الضخمة، ومنها الصغير، الذي يُرى بالعين المجردة، ومنها الأصغر الذي لا يمكن رؤيته إلا باستعمال الأجهزة المكبرة، مثل المجهر.

وقد عرف الإنسان القديم أن يميز بين ما هو نبات وما هو حيوان. فالحيوان يأكل ويتحرك، أما النبات، فلا يتحرك، والحيوان يأكل الكائنات الحية الأخرى، ولكن النبات لا يقوم بذلك، والنبات يتميز باللون الأخضر، أما الحيوان، فإنه لا يتميز بهذا اللون. وبمرور الزمن وازدياد المعرفة ورقيّها،

ولتسهيل استمرار دراسة هذه الكائنات الحية ضم العلماء كل ما هو نبات في مملكة سميت بـ «المملكة النباتية Plant Kingdom»، وكل ما هو حيوان في مملكة أطلق عليها «مملكة الحيوان Animal Kingdom»، وقد بني هذا التقسيم على أساس الصفات المظهرية والتركيبية، التي تعكس اختلافات في أنماط الحياة، وطرق المعيشة.

ومنذ اكتشاف المجاهر المركبة، ومجهر الألكترون أمكن الحصول على معلومات كثيرة عن الكائنات المجهرية الدقيقة، ومن ثم ظهرت صعوبات وعقبات، تتصل بالوضع التقسيمي لهذه الكائنات، هل هذه الكائنات تتبع المملكة النباتية أم تتبع المملكة الحيوانية؟ فمنها ما يمتاز باللون الأخضر، ولا يلتهم الكائنات الحية الأخرى؛ (أي له صفة النبات)، ولكن في الوقت نفسه يتحرك حركة سريعة نشيطة؛ (أي له صفة الحيوان)، ومنها ما يتحرك بنشاط ولا يمتاز باللون الأخضر؛ (أي له صفة الحيوان)، ولكن في الوقت نفسه لا يلتهم الكائنات الحية الأخرى؛ (أي إنها ليست حيوان). وحلا لهذه المشكلات التقسيمية اقترح العالم الألماني «أرنست هيكل Arnest Haekel» في سنة ١٨٦٦ ضم جميع هذه الكائنات الدقيقة في مملكة واحدة أسماها «مملكة البروتستا (الأوليات) «Kingdom protista» وشملت هذه المملكة البكتيريا «Bacteria»، والفطريات «Fungi»، والطحالب «Algae» ثم البروتوزوا (الحيوانات الأولية) «Protozoa». وقد قسمت هذه المملكة إلى قسمين، القسم الأول سُمِّي البروتستا غير المتقدمة (الدنيا) «Lower Protista»، وتضم (البكتيريا والطحالب الخضراء المزرقة) «Blue green algae»، أما القسم الثاني فقد سمّي بالبروتستا المتقدمة «Higher Protista»، وضم البروتوزوا والفطريات، ثم الطحالب (الأنواع التي لا تُرى بالعين المجردة).

وقد تميز القسم الأول بعدم وجود غشاء نووي «Nuclear membrane»

يحيط بنواة هذه الكائنات، أما جميع أفراد القسم الثاني، وأيضا جميع الكائنات الحية الأخرى، فقد تميزت بوجود الغشاء النووي، ولهذا السبب فقد أطلق على أفراد القسم الأول الكائنات بدائية النواة «Prokaryota»، وعلى القسم الثاني الكائنات حقيقية النواة «Eukaryota».

وبتقدم العلم، واستعمال مجهر الالكترون، في فحص التراكيب الدقيقة لهذه الكائنات أمكن التفريق بين الكائنات البدائية النواة والكائنات الحقيقية النواة، بفروق أخرى نذكر منها ما يلي:

	الصفة	الكائنات بدائية النواة	الكائنات حقيقية النواة
١	حجم الخلايا	العرض من ١ ـ ٢ أما الطول من ١ ـ ٤ ميكرون أو أقل من ذلك	أكثر من ٥ ميكرون طولا أو عرضا
٢	مكان الجهاز الوراثي	النواة	النواة، الميتوكوندريا، البلاستيدات الخضراء
٣	تركيب النواة		
	ــ الغشاء النووي	لا يوجد	يوجد
	ـ عدد الكروموزومات	كروموزوم واحد حلقي	واحد أو أكثر من الكروموزمات الطويلة.
	ــ وجود الهستون	لا يحتوي الكروموزوم على مادة الهستون	تحتوي الكروموزومات على الهستون.
	ــ الانقسام الميتوزي	لايوجد	يوجد
	ــ النوية	لا توجد	توجد

	الصفة	الكائنات بدائية النواة	الكائنات حقيقية النواة
٤	التكاثر الجنسي	التزاوج Conjugation التحول الوراثي Transformation التوصيل الانتقالي Transduction	التزاوج
٥	طبيعة السيتوبلازم وتركيبه		
	ـ الدوران	لا يوجد	يوجد
	ـ المثانات الغازية	توجد أحيانا	لا توجد
	ـ الميزوزوم	توجد	لا توجد
	ـ الريبوزومات		
	ـ ذات معامل ترسيب ٧٠	توجد منتشرة في السيتوبلازم	توجد في الميتوكوندريا والبلاستيدات الخضراء
	ـ ذات معامل ترسيب ٨٠	لا توجد	توجد في الشبكة الاندوبلازمية.
	ـ الميتوكندريا	لا توجد	توجد
	ـ البلاستيدات الخضراء	لا توجد	توجد أو لا توجد
	ـ تركيبات جولجي	لا توجد	توجد
	ـ الشبكة الاندوبلازمية	لا توجد	توجد
	ـ الفجوات المبطنة بأغشية (الفجوات الحقيقية)	لا توجد	توجد

	الصفة	الكائنات بدائية النواة	الكائنات حقيقية النواة
٦	التركيبات الخارجية للخلية: ـ الغشاء السيتوبلازمي: الستيرولات علاقته في عملية التنفس	 لا يحتوي على ستيرولات له دخل في عملية التنفس	 يحتوي على ستيرولات ليس له دخل في عملية التنفس.
٧	الجدار الخلوي	يتركب أساسا من مادة الميورين.	لا يحتوي على مادة الميورين.
٨	أجهزة الحركة: ـ التركيب ـ تتركب من ٩ + ٢ أنيبيب دقيقة	 بسيطة التركيب لاتوجد	 معقدة التركيب توجد
٩	الأقدام الكاذبة	لا توجد	توجد في بعض الأنواع

مما سبق يتضح أن البكتيريا بكل أنواعها تختلف اختلافا كبيرا في صفاتها التشريحية والمجهرية عن باقي الكائنات الحية الأخرى، ولهذا السبب فقد اقترح العالم موري «Murray» في نشرة برجي «Bergey» سنة ١٩٧٤ ضمّ البكتريا والطحالب الخضراء المزرقة في مملكة واحدة، سميت بـ «مملكة الكائنات البدائية النواة Kingdom Prokaryotae»، التي قسمت إلى الأقسام الآتية:

١ ــ قسم البكتيريا الضوء تخليقية :Photobacteria

وتضم الطوائف الآتية:

أ ــ طائفة البكتيريا ذات اللون الأخضر المزرق: Blue green bacteria or Cyanobacteria.

ب ــ طائفة البكتيريا ذات اللون الأحمر Red photobacteria.

جـ ــ طائفة البكتيريا ذات اللون الأخضرGreen photobactria.

٢ ــ قسم البكتيريا اللاضوئية (التي لا تبالي بغياب الضوء):

Procaryotes indiferent to light

ويضم هذا القسم البكتيريا التي ليس لها القدرة على استغلال الضوء كمصدر للطاقة اللازمة لعملية البناء، ولذلك فإنها تعيش، إما مترممة، وإما متطفلة، ويشمل هذا القسم الطوائف الآتية:

أ ــ طائفة البكتيريا «Bacteria»، وهي أكثر الطوائف انتشارا، حيث توجد في معظم البيئات الطبيعية المختلفة.

ب ــ طائفة الركتسيا «Rickettsia»، وهي طفيليات إجبارية، تعيش داخل خلايا العائل.

جـ ــ البكتيريا عديمة الجدار الخلوي«Molicutes».

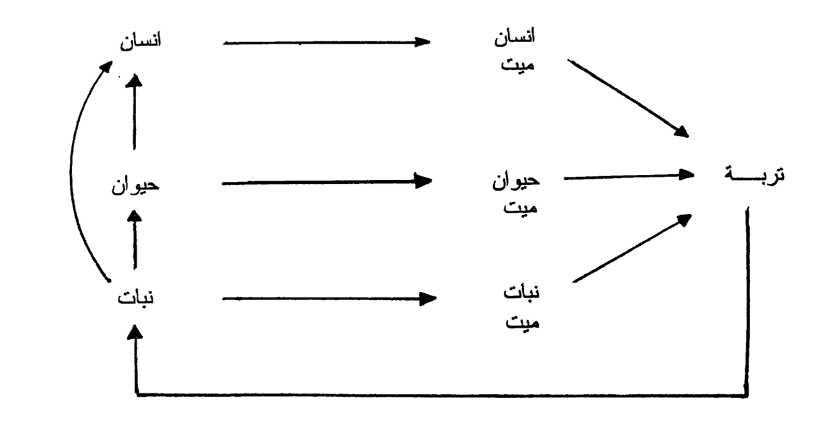
من الملاحظ أن هذا القسم لا يضم مجموعة الڤيروسات «Viruses» لأن الفيروسات تمثل مجموعة مستقلة، يتمثل فيها نمط الحياة اللاخلوي.

علاقة الكائنات الدقيقة بالكائنات الحية الأخرى

يُعَدُّ النبات هو المنتج الوحيد للطاقة حيث أنه يستطيع استغلال الطاقة الشمسية، وذلك عن طريق تحويل ثاني أكسيد الكربون والماء، لوجود الكلوروفيل (المادة الخضراء في أوراق النبات)، إلى سكر الجلوكوز. وتسمى هذه العملية بعملية البناء الضوئي، وهي عملية معقدة تنتهي بتثبيت الطاقة ليستغلها النبات في نموه. وهكذا يعتبر النبات المصنع المنتج للمواد الغذائية التي تحتاج إليها الكائنات الحية. وبهذا يكون الانسان والحيوان يمثلان دور المستهلك للمواد التي يصنعها النبات.. كما أن هناك بعض الكائنات الدقيقة، مثل الطحالب وحيدة الخلية، تعتبر أيضا منتجة للغذاء، ومنها ماهو مستهلك مثل البروتوزوا.

كما أن الكائنات الدقيقة الموجودة بالتربة، مثل البكتيريا والفطريات، ضرورية لاستكمال ما يسمى بشبكة الحياة بين جميع الكائنات الحية. وذلك لأن تلك الكائنات هي المسئولة عن التحللات المختلفة التي تحدث لجميع الكائنات التي تموت، حيث يكون من نتيجة تلك التحليلات تحرر العناصر الغذائية التي يستغلها النبات حتى تكمل دورته الطبيعية لينتج المحاصيل الغذائية التي يستفيد منها الإنسان والحيوان، وبهذا تستكمل شبكة الحياة.

ويتضح من ذلك أن خصوبة التربة تعتمد على أنشطة البكتيريا والفطريات الموجودة بها. وكما سبق أن ذكرنا، يعتمد النبات والحيوان على تلك الخصوبة. والرسم التالي يوضح ما سبق، شكل رقم (١).

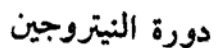


شكل (١)

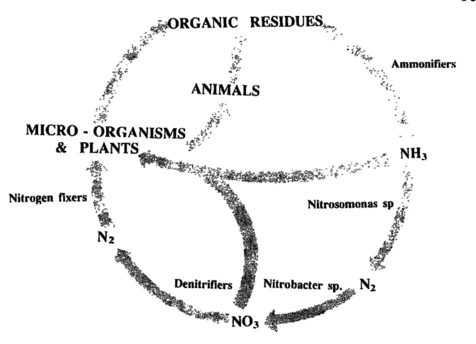
مما سبق تتضح أهمية الكائنات الدقيقة في استمرار شبكة الحياة بين الكائنات الحية الأخرى. ويتضح أيضا دور الإنسان في هذه الشبكة التي سخرها الله سبحانه وتعالى في خدمته، ففي غياب الإنسان لا تتأثر شبكة الحياة هذه، ولا يحدث لها أي خلل يؤدي إلى التأثير في الكائنات الحية الأخرى، وعلى العكس من ذلك، فإذا فرضنا أن الكائنات الدقيقة اختفت من التربة فإن ذلك يؤثر في خصوبتها، لأن الكائنات الدقيقة تقوم بتحليل الكائنات الميتة التي تعتبر مصدر انطلاق العناصر في التربة. وبالتالي إذا لم تنطلق تلك العناصر فإن ذلك يؤدي إلى اختفاء النباتات، وبالتالي يحدث خلل في شبكة الحياة، يؤدي إلى فقدان الأحياء جميعا. من هذا يتضح أن التربة وما فيها من كائنات حية مجهرية (دقيقة) تمثل سراً من أسرار الحياة لجميع الكائنات الحية الأخرى على ظهر الأرض. وصدق الله العظيم حين يقول:

﴿والله أنبتكم من الأرض نباتا، ثم يعيدكم فيها ويخرجكم إخراجا﴾ «سورة نوح آية ١٨». قال: **﴿سبحان الذي خلق الأزواج كلها مما تنبت الأرض ومن أنفسهم ومما لا يعلمون﴾** «سورة يّس آية ٣٦».

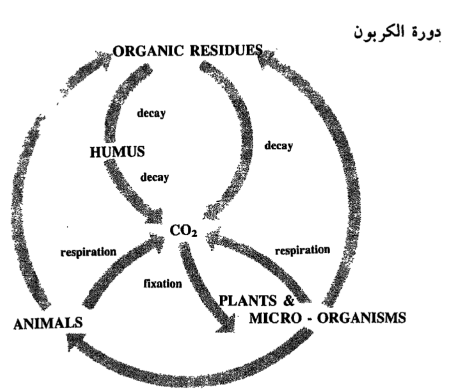
ويمكن إثبات ما سبق علميا، وأكثر تعمقا، حينما ننظر إلى دورة العناصر في الطبيعة، مثل دورة النتيروجين، ودورة الكربون، ودورة الكبريت.



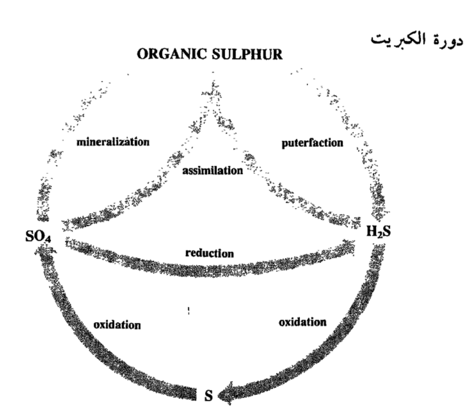
دورة النيتروجين



دورة الكربون



دورة الكبريت



ولأهمية الكائنات الدقيقة في حياة الكائنات والحيوان والنبات، اهتم العلماء بدراستها، فنشأ علم جديد ظهر للعالم باسم « علم الكائنات الدقيقة Microbiology»، ويندرج تحت هذا العلم، علوم أخرى أكثر إختصاصاً في مواضيع علم الكائنات الدقيقة مثل: علم الكائنات الدقيقة في التربة، وعلم الكائنات الدقيقة في الماء، وعلم الميكروبيولوجيا الصناعية، وعلم ميكروبيولوجيا النفط، وعلم ميكروبيولوجيا الحروب.. الخ.

طائفة البكتيريا Bacteria

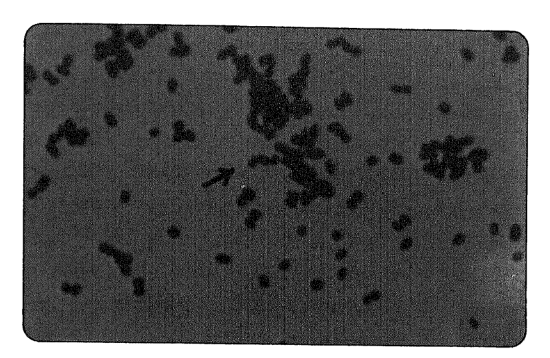
حتى وقت قريب، كان من السائد أن جميع أنواع البكتيريا ذات جانب سلبي في حياة الانسان والحيوان والنبات، ولكن بتقدم العلم والدراسات المكثفة عن هذه الكائنات الدقيقة وجد أن لها جانباً إيجابياً فعالاً في الحياة.. فقد كان إسم البكتيريا مرتبطاً دائماً بالمرض والضرر، ولكن في السنوات الأخيرة، ثبت أن البكتيريا الممرضة إنما تمثل نسبة ضئيلة من مجموع البكتيريا الموجودة في الطبيعة.

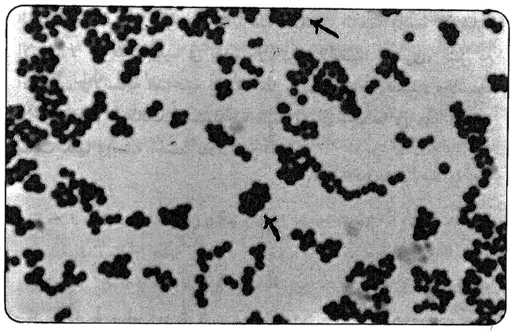
فالبكتيريا ضرورية لاستمرار حياة الانسان فهي التي تكمل شبكة الحياة عن طريق تحليل الكائنات الميتة وبالتالي تؤدي إلى خصوبة التربة، وإنتاج بعض مضادات الأحياء، «Antibiotic»، والأحماض العضوية والكحولات والخل، ومنتجات الألبان وغير ذلك من الصناعات المختلفة، ويأتي دور مهم للبكتيريا وحديث وهو مقدرة البكتيريا على تحليل زيت البترول الذي يلوث التربة أو مياه البحر. وقد ثبت أن البكتيريا تستطيع أن تحلل كميات كبيرة من زيت البترول الذي يلوث التربة أو ماء البحر دون أي معالجات كيميائية أو ميكانيكية.

تعدّ البكتيريا كائنات وحيدة الخلية، يمكن رؤية خلاياها فقط باستعمال المجاهر ذات قوة التكبير العالية. وتقاس أحجام هذه الخلايا بالميكرون (الميكرون يساوي ١ / ١٠٠٠ من الملّيمتر). وتأخذ الخلايا البكتيرية أشكالا وتجمعات مختلفة، فقد تكون كروية في أزواج أو في سلاسل، أو على هيئة عناقيد، أو تكون على هيئة عصيات قصيرة مستقيمة أو منحنية، وقد تكون على هيئة خيوط طويلة، تتفرع وتتشابك بعضها مع بعض (شكل رقم ٢ - ٦).

والبكتيريا واسعة الانتشار في الطبيعة، حيث توجد في كل مكان تقريبا، في الهواء، وفي التربة، وفي البرك، والأنهار، والبحار، وفي كثير من المواد الغذائية، والمواد العضوية المتحللة، وعلى أجسامنا، وفي أجزاء كثيرة في داخل أجسام الإنسان والحيوان. وقد وجد أن البكتيريا في أمعاء الإنسان تمثل ثلث الوزن الجاف لهذه الأمعاء. وهذا يعكس مدى أهمية هذه الكائنات لنا. وقد قدر العلماء عدد الخلايا البكتيرية التي توجد في جرام واحد من التربة الخصبة بحوالي ١٠٠,٠٠٠,٠٠٠ خلية بكتيرية، فإذا عرفنا أن المتر المربع بعمق ٣٠ سنتيمتر يزن تقريبا ٢١٦٠٠٠ جرام، فإن ذلك يعطينا فكرة عن ضخامة هذه الأعداد من البكتيريا التي توجد في التربة.

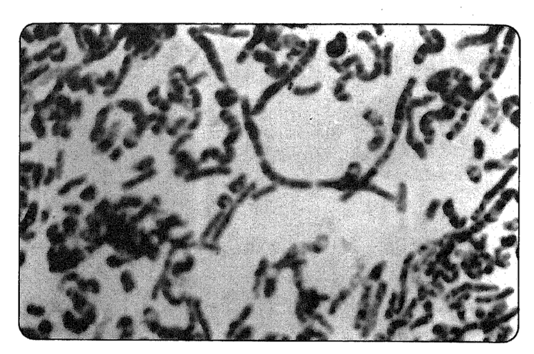
وتختلف أعداد البكتيريا وأنواعها من مكان إلى آخر، حسب الظروف البيئية المختلفة. على الرغم من أن هذه الكائنات الدقيقة واسعة الانتشار، إلا أنها لا توجد طبيعيا في بعض الأماكن والأعضاء الأخرى، مثل دم الإنسان، والأنسجة الداخلية المهمة، مثل أنسجة القلب والكبد، والأنسجة الأخرى ذات الوظائف الفسيولوجية المهمة، وأن وجودها في هذه الأماكن يسبب تلفها وإصابة الجسم بالأمراض الخطيرة.

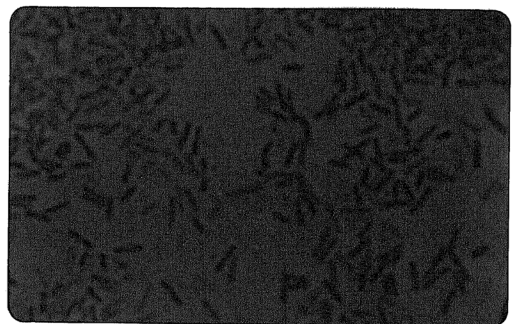




شكل رقم (٢)

صور مجهرية لبعض أنواع من البكتيريا الكروية العنقودية المعزولة من البيئة الكويتية

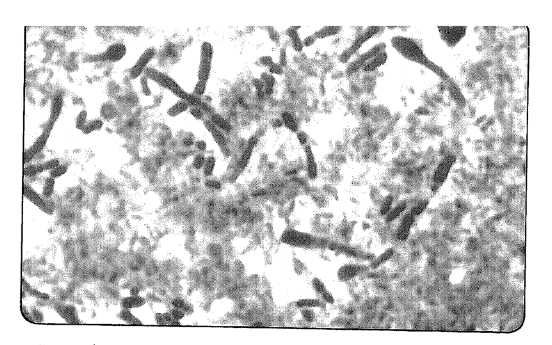


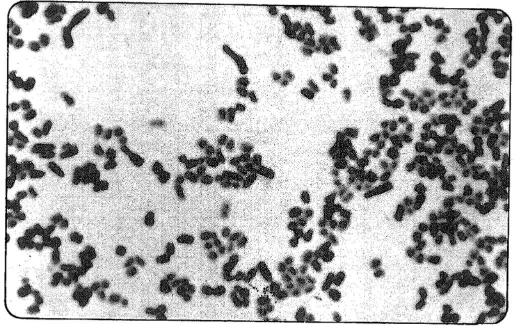


شكل رقم (٣)

ـ صورة مجهرية لنوع من البكتيريا العضوية الموجبة لصبغة جرام والمعزولة من البيئة الكويتية.

ـ صورة مجهرية لنوع من البكتيريا العضوية السالبة لصبغة جرام والمعزولة من البيئة الكويتية.

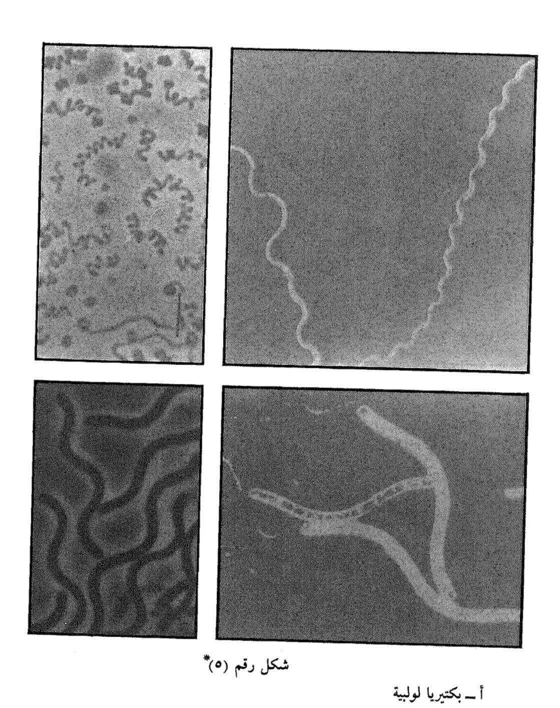




شكل رقم (٤)

ـ صورة مجهرية لبكتيريا عصوية كبيرة الحجم موجبة لصبغة جرام معزولة من البيئة الكويتية قصيرة موجبة لصبغة جرام.

ـ صورة مجهرية لبكتيريا عصوية قصيرة موجبة لصبغة جرام معزولة من البيئة الكويتية.



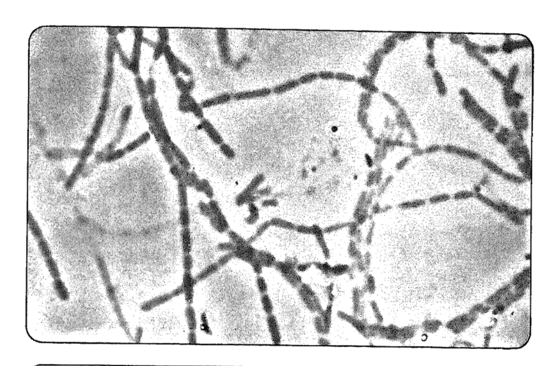
شكل رقم (٥)*

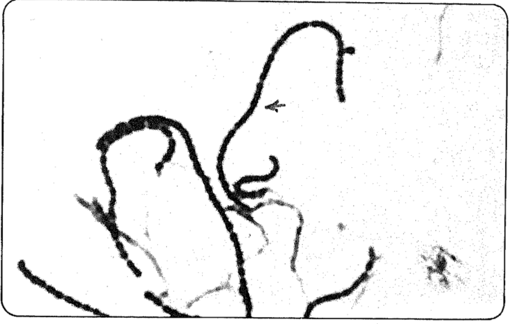
أ ـ بكتيريا لولبية

ب ـ بكتيريا حلزونية

* Stanier, R.Y., Adelberg, E.A. and Ingranham. J.L. The Microbial World Prentice - Hall, Inc. New Jersey, 1976.

* Stanier, R.Y., Doudoroff, M. and Adelberg, E.A. General Microbiology. Macmillan, London. 1968.





شكل رقم (٦)

صورة مجهرية للبكتيريا الخيطية المتفرعة (بكتيريا الاكتينوميسيت) المعزولة من البيئة الكويتية. تبين هذه الصور سلاسل من الجراثيم (السهم).

التكاثر في البكتيريا

تتكاثر البكتيريا بطريقتين، الأولى والأكثر شيوعاً هي التكاثر غير التزاوجي أو التكاثر اللاّجنسي. والثانية هي التكاثر التزاوجي أو الجنسي، وهذه تحدث في حالات قليلة وتأتي عن طريق الاقتران أو التزاوج.

أمّا التكاثر غير الجنسي فيحدث عن طريق مجموعة من الطرق، نوجزها فيما يلي:

الانقسام الثنائي البسيط Binary Fission :

وهذه الطريقة هي الأكثر شيوعاً في التكاثر؛ إذ أن الخلية البكتيرية الأم تنقسم إلى قسمين متساويين، وكل قسم يصبح صورة طبق الأصل للخلية الأم، ثم تتكرر هذه العملية بحيث تصبح كل خلية جديدة خلية أما تنشطر بدورها إلى خليتين، وهكذا. وإتمام هذا النوع من التكاثر يتطلب وجود ظروف مثلى فإن الخلية تنقسم إلى خليتين في فترة تتراوح ما بين ١٥ و٢٥ دقيقة. والظروف المثلى تعتمد على الوسط الذي تعيش فيه البكتيريا من حيث توفر المواد الغذائية ودرجة الحرارة والرطوبة. وإذا وجدت خلية بكتيرية واحدة في تلك الظروف فإنه خلال ٣٦ ساعة سوف تتغطى الكرة الأرضية بالبكتيريا وبإرتفاع يصل إلى ٣٠ سنتيمتراً، ولكن من الصعوبة أن يحدث ذلك، إذ أن هذه الكائنات تحد من نمو نفسها، وذلك لأن الوسط الذي تعيش فيه يتحول إلى بيئة غير صالحة لها، عن طريق إفراز مواد سامة أو لنفاد المواد الغذائية.

٣ ـ تكوين وحدات لا جنسية تسمى أبواغاً (جراثيم) Spores :

التكاثر عن طريق تكوين الجراثيم يحدث في البكتيريا الخيطية التابعة للأكتينوميسيتات، حيث يبدأ هذا النوع من البكتيريا في تكوين خيوط هوائية

متفرعة ومتشابكة، وبعد فترة تتكون وحدات الجراثيم «Spores» على تلك الخيوط، وقد تتكون الجراثيم على الخيوط مفردة، كما في أفراد جنس «ميكرومونوسبورا Micromonospora»، أو تتكون في أزواج، كما في الجنس «ميكروبايسبورا Microbispora»، أو في سلاسل جرثومية، كما في أفراد الجنس ستربتوميسس Streptomyces حيث تأخذ هذه السلاسل الجرثومية أشكالا مختلفة، منها اللولبي والمستقيم، والمتموج، أما الجراثيم التي تكون هذه السلاسل، فقد تكون مستطيلة أو مستديرة، وتختلف هذه الجراثيم أيضا في أسطحها الخارجية، فقد تكون ملساء، أو متموجة، أو مسننة، أو مغطاة بشعيرات طويلة أو خابورية الشكل. (شكل ٩ «١» و ١١«١» و ١٢ «١» و١٢«٥» و ١٤).

وفي بعض الأجناس التابعة لبكتيريا الأكتينوميسيت مثل «ستربتوسبورانجيوم Streptosporangium» تتكون هذه الجراثم داخل حوافظ تسمى الحوافظ الجرثومية Sporangia (شكل ١٥). وعندما تنتشر جراثيم الأكتينوميسيت، وتسقط في بيئة مناسبة تستطيع كل جرثومة الإنبات، لتكون كائنا جديدا.

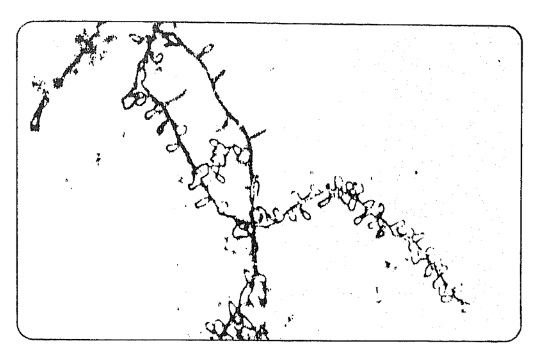
هذا ولا تعد الجراثيم الداخلية Endospores في جنس باسيلس «Bacillus» وجنس كلوستريديوم Clostriduim نوعا من التكاثر، وذلك لأن كل خلية خضرية يتكون بداخلها جرثومة واحدة فقط، وبذلك لا يترتب على هذه العملية أية زيادة في عدد الخلايا. ولكن تعمد الخلية على تجميع محتوياتها الداخلية، لتكون الجرثومة الداخلية إنما لكي تقاوم الظروف البيئية الصعبة، التي تتعرض لها، وبهذا يمكنها المحافظة على نوعها من الإنقراض.

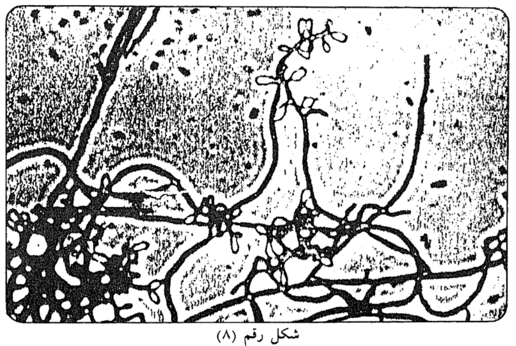




شكل رقم (٧)

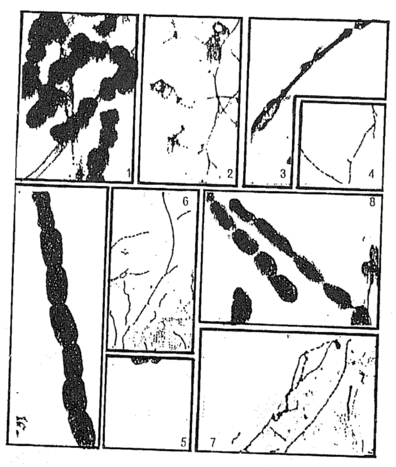
- صورة مجهرية لبكتيريا الاكتينوميسيت (المتفرعة) المعزولة من البيئة الكويتية. والتي تتكاثر عن طريق التفتت إلى أجزاء صغيرة (جنس نوكارديا).
- صورة بمجهر الالكترون لنفس النوع السابق تبين أجزاء من خيوط متفتتة.





شكل رقم (٨)

صور مجهرية لبكتيريا الأكتينوميسيت التي تتكاثر عن طريق تكوين جراثيم مفردة (جنس ثرمومونوسبورا) المعزولة من البيئة الكويتية.



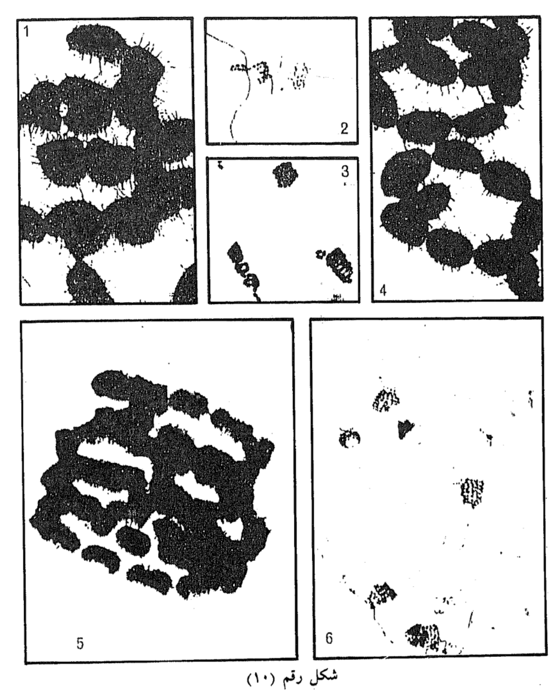
شكل رقم (٩)

(١) صورة بمجهر الألكترون لسلسلة من الجراثيم على هيئة حلزون مضغوط، الذي يكونه نوع من أفراد الجنس ستربتوميسيس، المعزول من البيئة الكويتية، ويتبين في هذه الصورة جراثيم ذات أسطح مسننة.

(٢) صورة مجهرية لنوع من أفراد الجنس ستربتوميسيس، المعزول من البيئة الكويتية، تبين سلاسل جرثومية على هيئة حلزون مضغوط.

الصور (٣، ٥، ٨) صور بمجهر الألكترون لأنواع من الجنس ستربتوميسيس، المعزولة من البيئة الكويتية، تبين سلاسل جرثومية مستقيمة ذات سطح أملس.

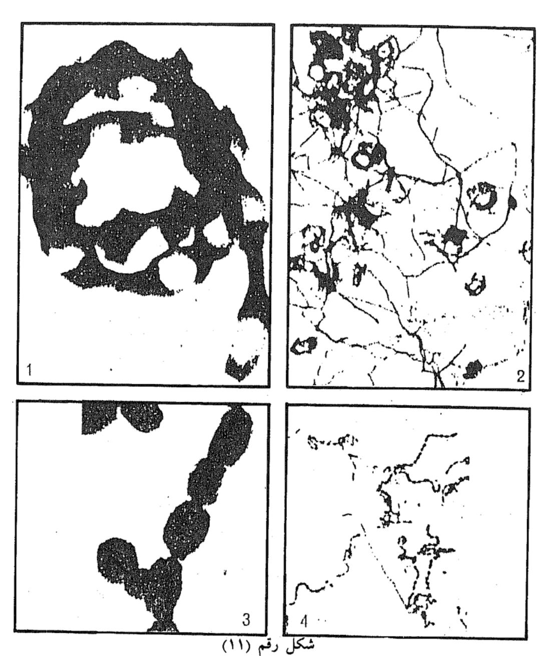
الصور (٤، ٦، ٧) صور مجهرية لأنواع من الجنس ستربتوميسيس، المعزولة من البيئة الكويتية، تبين سلاسل جرثومية مستقيمة.



شكل رقم (١٠)

الصور (١، ٤، ٥) صور بمجهر الألكترون لأنواع من الجنس ستربتوميسس، المعزولة من البيئة الكويتية، وتبين سلاسل جرثومية على هيئة حلزون مضغوط، وتبين أيضا جراثيم ذات أسطح مسننة.

الصور (٢، ٣، ٦) صور مجهرية للأنواع السابقة نفسها، تبين سلاسل جرثومية حلزونية مضغوطة.



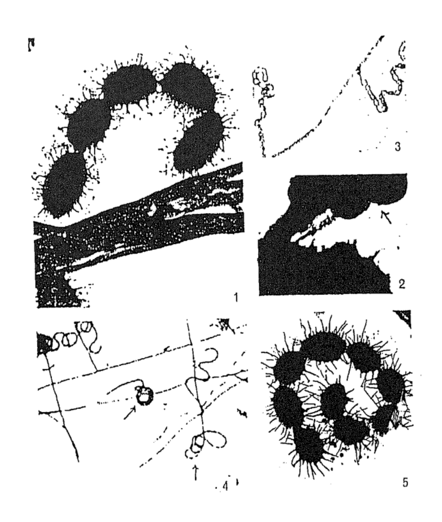
شكل رقم (١١)

(١) صورة بمجهر الألكترون، لنوع من الجنس ستربتوميسس، معزول من البيئة الكويتية، تبين سلسلة جرثومية حلزونية مضغوطة، كما تبين أسطح جرثومية متموجة.

(٢) صورة مجهرية للنوع نفسه تبين سلسلة جرثومية حلزونية مضغوطة.

(٣) صورة بمجهر الألكترون، تبين جزءاً من سلسلة جرثومية متموجة، وتبين أسطح جرثومية ملساء، وذلك لنوع من الجنس ستربتوميسس المعزول من البيئة الكويتية.

(٤) صورة مجهرية لسلاسل جرثومية متموج لنفس النوع السابق.



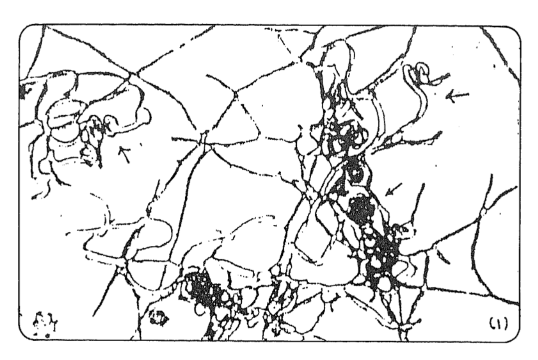
شكل رقم (١٢)

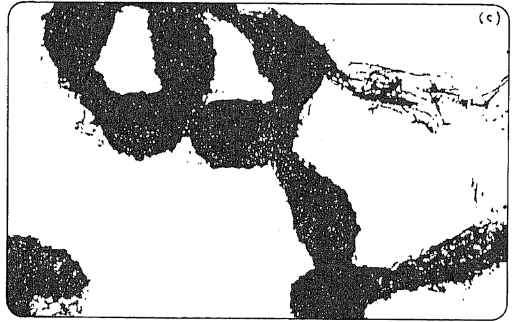
(١) صورة بمجهر ألكترون لنوع من الجنس ستربتوميسس، المعزول من البيئة الكويتية، تبين جزءا من سلسلة جرثومية، ذات أسطح جرثومية تكسوها شعيرات.

(٢) صورة بمجهر الألكترون للنوع السابق نفسه تبين نهاية الشعيرات المنتفخة (السهم).

(٣) صورة مجهرية للنوع السابق نفسه تبين سلسلة جرثومية متموجة.

(٤) صورة بمجهر ألكترون لجزء من سلسلة جرثومية لنوع من الجنس ستربتوميسس، تبين أسطح جرثومية ذات أشواك كبيرة.

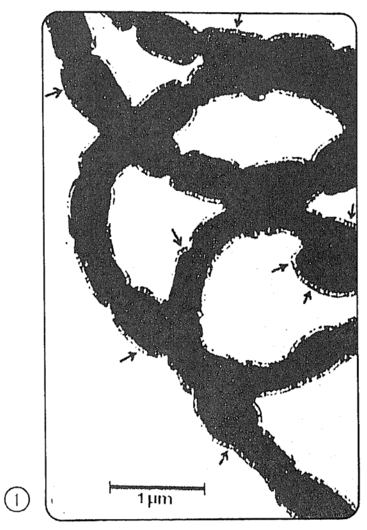




شكل رقم (١٣)

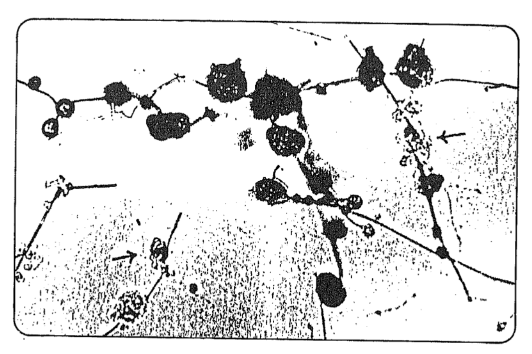
(١) صورة مجهرية لنوع من الجنس ستربتوميسس، المعزول من البيئة الكويتية، تبين خيوطا متفرعة ومتشابكة، تحمل سلاسل جرثومية حلزونية (السهم).

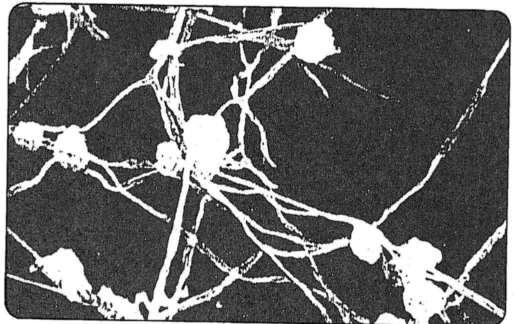
(٢) صورة بمجهر ألكترون لجزء من سلسلة جرثومية للنوع السابق نفسه تبين جراثيم ذات أسطح متموجة.



شكل رقم (١٤)

صورة بمجهر ألكترون لجزء من سلسلة جرثومية حلزونية لنوع جديد من الجنس ستربتوميسس، المعزول من البيئة الكويتية، تبين جراثيم ذات أسطح خابورية (الأسهم).





شكل رقم (١٥)

(١) صورة مجهرية لنوع من الجنس ستربتوسبورانجيوم، المعزول من البيئة الكويتية، تبين حوافظ جرثومية مختلفة الحجم والشكل، تحتوي على سلاسل جرثومية.

(٢) صورة بمجهر ألكترون الكاسح (Scannig) للنوع السابق نفسه تبين أشكالا مختلفة للوافظ الجرثومية.

التكاثر الجنسي في البكتيريا Sexual Reproduction

المادة النووية للخلية البكتيرية تحتوي على جزء طويل واحد من الحمض النووي «DNA». وهذا عبارة عن كروموسوم الخلية البكتيرية، وقد ثبت أن بعض الأنواع من البكتيريا تنتقل صفاتها الموجودة على الكروموسوم من سلالة إلى سلالة أخرى وذلك عن طريق التزاوج بين خليتين بكتيريتين (شكل رقم ١٦). ومعنى هذا أن جزءاً من المادة الوراثية المحمولة على الكروموسوم في خلية ينتقل لخلية أخرى وتسمى الخلية الأولى المعطية والثانية المستقبلة.

ففي حالة بكتيريا القولون المسماة *E.coli* K12 يمكن الحصول على سلالتين، السلالة الأولى تتصف بقدرتها على تخمير سكر اللاكتوز، وعدم تحملها لمضاد الأحياء «ستربتوميسين». ويرمز لهذه السلالة ($L^+ S^-$)، أما السلالة الثانية، فإنها لا تستطيع أن تخمر سكر اللاكتوز، ولكن تستطيع أن تتحمل وتقاوم مضاد الأحياء «ستربتوميسين»، ويرمز لها بالرمز ($L^- S^+$). وبتنمية السلالتين منفصلتين في وسط غذائي مناسب، ثم خلطهما بعد ذلك في مزرعة واحدة، فإن النمو الناتج يستحدث فيه سلالات جديدة، تختلف عن السلالتين الأصليتين. وقد وجد أن بعضا من السلالات الجديدة تتميز بقدرتها على تخمير سكر اللاكتوز، وبقدرتها على تحمل مادة الإستربتوميسين. أي إنه يمكن أن تأخذ الصفة ($L^+ S^+$)، أما بعضها الآخر فيتصف بعدم قدرته على تخمير سكر اللاكتوز، وبعدم قدرته أيضا على تحمل مادة ستربتوميسين، أي تأخذ صفة (- L - S).

مما سبق يتضح أن تبادل الصفات إنما يكون قد تم عن طريق عملية التزاوج بين الخلايا.

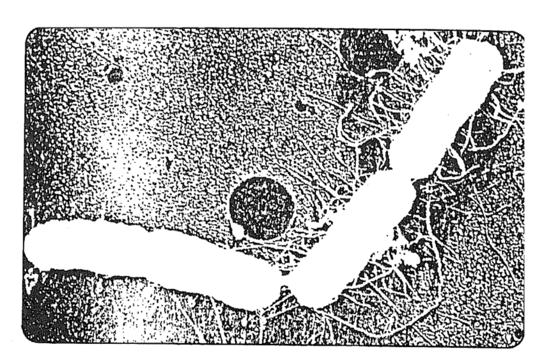
وتتميز الخلية المعطية (المذكرة) بوجود زوائد مساعدة، تسمى الزوائد الوبرية (Pili)، وظيفة هذه الزوائد مساعدة الخلية المذكرة على الالتصاق بالخلية المؤنثة، كما أن بعضا من هذه الزوائد يمثل قناة عبور، تنتقل خلالها المادة الوراثية إلى الخلية المؤنثة. وقدرة الخلية المذكرة على تكوين الزوائد الوبرية، وعلى الاقتران مع الخلية المؤنثة إنما يتحكم فيها عامل وراثي يسمى عامل الخصوبة «Fertility Factor»، أو «F - Factor»، وهو عبارة عن قطعة من الحامض النووي (DNA).

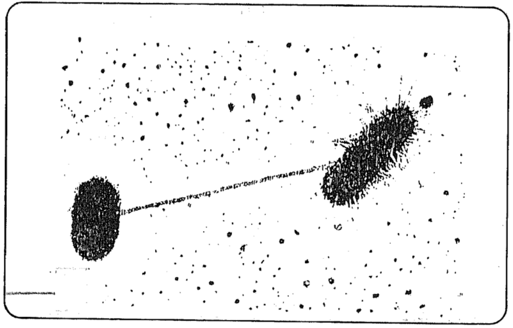
ويمكن للعامل الوراثي «F» أن يوجد كجزء من الكروموزوم، أو يوجد حراً في سيتوبلازم الخلية، وفي حالة اقتران خلية فيها العامل «F» في السوتوبلازم مع خلية أخرى، فإن هذا العامل يستطيع أن ينتقل إلى سيتوبلازم هذه الخلية، وبالتالي تفقد الخلية المؤنثة أنوثتها، وتصبح خلية مذكرة، ولذلك تسمى الخلايا الذكرية التي يوجد فيها العامل «F» في السيتوبلازم بالذكور غير الخصبة نظرا لأنها لا تنقل صفات وراثية إلى الخلية الأخرى. هذا على عكس الخلايا الذكرية، التي فيها العامل «F» كجزء من الكروموزوم، والتي تسمى خلايا ذكرية خصبة، لأنه عند اقترانها بالخلايا المؤنثة تنقل إليها الصفات الوراثية المختلفة، ونادرا ما ينتقل هذا العامل الوراثي إلى الخلية الأخرى.

وفي أثناء عملية الإقتران يتضاعف جزء من الكروموزوم، أي إن هذا الجزء يضاعف نفسه، ويكوّن شقّيْن متماثلين تماما، ثم يحقن أحد الشقين إلى الخلية المؤنثة تدريجيا، وبذلك تنتقل الصفات الوراثية المحمولة على هذا الجزء بانتظام، واحداً بعد الآخر. وقد وجد أن الجزء من المادة الوراثية الذي ينتقل إلى الخلية المؤنثة لا يتعدى ثلث كروموزوم الخلية المذكرة، وقد يستغرق انتقال هذا الجزء من ٣٠ إلى ٥٠ دقيقة. وإذا حدث أن رجت المزرعة

بعنف، فإن هذا يؤثر في عملية الإقتران، وقد تبتعد الخلايا المقترنة بعضها عن بعض، وبذلك تقل الصفات الوارثية المنتقلة إلى الخلية المؤنثة .

وقد وجد في بعض الحالات أن الصفات الوراثية يمكن أن تنتقل من خلية إلى أخرى بطرق غير الإقتران، فمثلا يمكن للمادة الوراثية أن تتحرر من بعض الخلايا في محلول ما، ثم تنتقل إلى الخلية الأخرى عبر هذه المحاليل، وتسمى هذه العملية بالتحول الوراثي «Transformation». كما أنه، في بعض الحالات، تنتقل بعض الصفات الوراثية من خلية إلى أخرى عن طريق أنواع معينة من الڤيروسات، تسمى لاقمات البكتيريا «Bacteriophage»، فعندما يصيب الڤيروس خلية بكتيرية، يتكاثر بداخلها، وعند انفجار الخلية البكتيرية تتحرر الڤيروسات التي قد تحمل قطعا من المادة الوراثية للبكتيريا المصابة، كجزء من الحامض النووي لهذه الڤيروسات، وعندما يصيب أحد هذه الڤيروسات خلية بكتيرية أخرى، من المحتمل انتقال المادة الوراثية للخلية الأولى إلى الخلية المصابة، وتسمى هذه العملية بالإنتقال العابر «Transduction».





شكل رقم (١٦)

(١) صورة بمجهر الألكترون تبين التزاوج في بكتيريا القولون *E. coli* .

(٢) صورة بمجهر الألكترون لخلية بكتيرية تتزاوج مع خلية أخرى عن طريق زوائد وبرية جنسية (Sex Pili) *.

Stanier, R.Y, Adelberg, E.A. and Ingraham. The Microbial World. Prentice - Hall Inc.* New Jersey. 1976.

الفصل الثاني

الكائنات الدقيقة في التربة

مقدمة

التربة ليست كتلة خاملة من المعادن والمواد العضوية المختلفة، ولكنها تعد منبتا دائم التغير، حيث تعيش وتنمو بها الكائنات الحية غير المرئية (الدقيقة)، والكائنات الحية الأخرى المرئية .

وحياة أي نوع من الكائنات الحية، التي تعيش في التربة، تتأثر، بطريقة مباشرة، أو غير مباشرة، بالأنواع الأخرى من الكائنات الحية، التي توجد في التربة.

وتتحكم الكائنات الدقيقة في الخواص الطبيعية والكيميائية للتربة، وكذلك في خصوبتها وقدرتها الإنتاجية، وذلك لما لهذه الكائنات من قدرة على تحليل المواد العضوية و غير العضوية بالتربة، سواء كانت فضلات إخراجية للكائنات الحية الأخرى، أو أجساما ميتة للكائنات المختلفة، وبذلك لا يحدث تراكم للمواد الميتة، أو بقايا عمليات الأيض. ونتيجة لهذه القدرة على التحللات المختلفة تنطلق إلى التربة مواد غذائية مختلفة، صالحة لإستعمال النباتات الخضراء، وبجانب ذلك فإن هذه الكائنات الدقيقة تساعد على تكوين الدوبال، وهي مؤاد عضوية متحللة لها خواص السماد ، وعلى تجميع حبيبات التربة إلى كتل صغيرة، فتحسن بذلك من خواصها الطبيعية. كما أن هناك بعض المجاميع الميكروبية تستطيع أن تقوم بعملية تثبيت النيتروجين الجوي، مما يزيد من خصوبة التربة .

والكائنات الدقيقة في التربة خليط من أنواع مختلفة، تعيش وتنمو في حالة مشاركة تامة، فمثلا بقايا عمليات التنفس لنوع ما من الكائنات، قد يستفيد منه نوع آخر، وأنزيمات التحلل الخارجية التي يفرزها نوع ما لتحليل المواد الغذائية المعقدة وتحويلها إلى مواد بسيطة ذائبة سهلة الإمتصاص، قد تستخدم كغذاء لنوع آخر، يفتقد إلى وجود بعض من هذه الأنزيمات. ومعظم الكائنات الدقيقة الموجودة بالتربة تتغذى تغذية غير ذاتية «تغذية هيتيروتروفية» «Heterotrophic»، غير أن هناك القليل يتغذى تغذية ذاتية «تغذية أوتوتروفية» «Autotrophic»، ولذلك فإن الكائنات الدقيقة في التربة تتباين في أنشطتها وقدرتها على تحليل المواد الغذائية المختلفة للإستفادة منها، فهناك كائنات دقيقة تستطيع تحليل المواد المعقدة، مثل السليلوز والبروتين والدهون، بينما بعضها الآخر يمكنه استعمال الميثان، أو ثاني أكسيد الكربون، كغذاء أساسي له. ولذلك فإن الكائنات الدقيقة هي المسئولة عن التحولات المختلفة في التربة التي تكون من الأهمية لإستمرارية خصوبة التربة. وكثير من التحولات التي تحدث في التربة عبارة عن دورات تحتوي على تفاعلات متتابعة لمركبات تحتوي العناصر الأساسية، وتتسبب في الحفاظ على ثبات نسبة هذه العناصر الأساسية في الطبيعة. مثل الكربون والنيتروجين والكبريت والفسفور.. الخ.

ومعظم الكائنات الدقيقة في التربة وسطية الحرارة «Mesophilic» تستطيع أن تنمو وتباشر نشاطها في درجات حرارة بين ١٥°- ٤٠°م، وفي درجات الحرارة المنخفضة تنمو الكائنات وسطية الحرارة ببطء، بينما تنشط الكائنات المحبة للحرارة المنخفضة «Psychrophiles»، في حين تنمو وتنشط في درجة الحرارة العالية الأنواع المحبة لدرجات الحرارة العالية «Thermophiles».

والكائنات الدقيقة في التربة معظمها من الأنواع الهوائية أو اللاهوائية الإختيارية، فالمعروف أن فطريات العفن، ومعظم الاكتينوميسيتات، ونسبة

كبيرة من البكتيريا هوائية. ففي الأرض المفككة الخفيفة القوام والجافة نسبيا، تتاح الفرصة لدخول الأكسجين الجوي بوفرة، وتحت هذه الظروف يتم أكسدة المواد العضوية، وغير العضوية، أكسدة تامة، ونتيجة لذلك يتكون في التربة كثير من المواد النافعة للكائنات الأخرى. أما في الأرض الثقيلة الرطبة نسبيا فتقل فرصة دخول الأكسجين الجوي، مما يجعل أكسدة المواد العضوية في التربة أبطأ .

وتفضل الكائنات الدقيقة في التربة التفاعل القريب من التعادل، غير أن هناك بعضا منها يمكنه أن يتحمل التفاعلات الحمضية، حيث يمكنها أن تنمو في الأرض الحمضية، الذي يصل رقمها الهيدروجيني إلى (pH 2)، كما أن هناك كائنات دقيقة أخرى معروف أنها تنمو في الأرض القلوية .

وتختلف الكائنات الدقيقة بعضها عن بعض في احتياجاتها للرطوبة، فالفطريات وبكتيريا الأكتينوميسيت تحتاج إلى كمية من الرطوبة أقل من الذي تحتاج إليه الكائنات الأخرى .

وقد تحتوي أنواع من التربة على مواد يمكنها أن تمنع نمو الكائنات الدقيقة بها، فمثلا الأملاح الزائدة، والقلويات والأحماض الزائدة، وكذلك بعض الزيوت، وبعض العناصر، مثل الزرنيخ والرصاص وأملاحها، يمكن أن توقف نشاط أو حتى تقتل الكائنات الدقيقة .

وبعض الكائنات الدقيقة الموجودة في التربة تستطيع تكوين مواد قد توقف نمو أو تقتل كائنات دقيقة أخرى، فمثلا من المعروف أن بكتيريا سيدوموناس فلورسنت «*Pesudomonas Plourescent*» ، تكون نواتج ثانوية ذائبة توقف نمو أنواع عديدة من الكائنات الدقيقة الأخرى، وبعض الأنواع البكتيرية التابعة لجنس باسيلس «Bacillus» عندما تتحلل ذاتيا ينطلق منها مادة، يمكنها أن تقتل، أو تذيب، كثيرا من البكتيريا الموجبة لصبغة جرام .

وهناك كثير من الفطريات، ومن بكتيريا الأكتينوميسيت، تنتج مضادات الأحياء «Antibiotics» توقف نمو الكائنات الدقيقة الأخرى في التربة أو تقتل العديد منها .

وإذا أريد للأرض أن تبقى خصبة وقادرة على إنتاج محاصيل ذات قيمة اقتصادية فيجب التحكم في الأنشطة المختلفة للكائنات الدقيقة في التربة .

مما سبق يتضح أن الكائنات الدقيقة في البيئة الطبيعية ينحصر دورها في التحللات المختلفة، وتحرير العناصر الغذائية باستمرار، والعمل على ثبات دورة العناصر في الطبيعة .

والكائنات الدقيقة في التربة يمكن تقسيمها إلى مجموعتين:

المجموعة الأولى : وهي الكائنات الدقيقة الطبيعية أو الأصلية، التي تميز كل نوع معين من التربة.

المجموعة الثانية : وهي التي توجد أو تنشط في التربة تحت تأثير ظروف خاصة، مثل معالجة معينة للتربة كإضافة مواد عضوية للتربة، أو عملية تسميد التربة، أو تهوية التربة . . . إلخ .

وهناك مجموعة أخرى يطلق عليها الكائنات العابرة «Transient»، وهي عبارة عن الكائنات الدقيقة التي تضاف عمدا، أو عن غير عمد، إلى التربة، مثلما يحدث في حقن النباتات البقولية بأنواع خاصة من البكتيريا المثبتة للنيتروجين، أو الكائنات التي تأتي إلى التربة نتيجة إصابة النباتات أو الحيوانات ببعض الأمراض. وهذ الكائنات العابرة تموت بسرعة، أو إذا قدر لها أن تعيش، فإنها تعيش مدة قصيرة .

ومن المستحيل عمليا، وضع قائمة لجميع الأنواع المختلفة من الكائنات الدقيقة، التي توجد في التربة، ومن أهم المجاميع الميكروبية في التربة ما يلي :

١ ـ البكتيريا «Bacteria»

ويقصد بالبكتيريا هنا الأنواع المختلفة من البكتيريا (ما عدا بكتيريا الأكتينوميسيت). وهذه المجموعة تكوّن نسبة كبيرة من مجاميع الكائنات الحية الدقيقة، ويختلف عددها حسب الطريقة المستخدمة في التقدير، وتوجد البكتيريا عادة ملتصقة بحبيبات التربة، وتتأثر في التربة بعدة عوامل بيئية من أهمها : درجة الحرارة والرطوبة، ودرجة تركيز أيون الهيدروجين، والمادة العضوية في التربة، والتهوية، ونوعية النباتات النامية في التربة. وعادة تحتوي الطبقة السطحية من القطاع الأرضي على أعداد أكبر من الطبقات التحت سطحية، وذلك لإختلاف التهوية، والمادة العضوية، في طبقات القطاع المختلفة .

وتقسم البكتيريا من الناحية الفسيولوجية إلى بكتيريا ذاتية التغذية، وبكتيريا غير ذاتية التغذية، وذلك على حسب طبيعة الغذاء المستعمل، فالبكتيريا ذاتية التغذية لها القدرة على سد احتياجاتها من الكربون من ثاني أكسيد الكربون، وتحصل على الطاقة اللازمة لذلك من أكسدة مواد معدنية بسيطة، مثل البكتيريا التي تؤكسد الأمونيا إلى نيتريت، والبكتيريا التي تؤكسد النيتريت إلى نترات، وأيضا البكتيريا المؤكسدة للكبريت أو كبريتوز الهيدروجين. . . إلخ . أما البكتيريا غير الذاتية التغذية (الهيتـدوتروفيه)، فإنها تكون الجزء الأكبر من البكتيريا الموجودة في التربة، وهي تعتمد في احتياجاتها من الكربون على المواد العضوية، وتحصل على الطاقة من أكسدة تلك المواد، وهذه المجموعة هي المسؤولة عن تحلل المواد السليولوزية، والنشوية، والبروتينية، والدهون، والشمع، الموجودة في بقايا النباتات والحيوانات الموجودة في التربة .

٢ ـ الأكتينوميسيتات «Actionomycetes»

تسمى هذه المجموعة بـ«البكتيريا الخيطية»، وتتميز بتكوين خيوط

متفرعة متشابكة في أغلب الحالات، وهي موجبة لصبغة جرام .

والأكتينوميسيتات تلي البكتيريا العادية من حيث أعدادها في الأرض، وعلى الرغم من أنها أقل عددا من البكتيريا العادية، إلا أنها تساويها في الوزن. وهذه المجموعة من الكائنات المجهرية تتأثر بالمحتوى المائي للتربة، وكذلك بمحتوى الأرض من المادة العضوية، والرقم الهيدروجيني، ودرجة الحرارة، وهي كائنات هيتيروتروفية، تعتمد على مواد عضوية عديدة في غذائها، ومعدل نموها أقل من معدل نمو البكتيريا، وهي تقوم بدور كبير في تحلل المواد العضوية صعبة التحلل الموجودة في البقايا النباتية والحيوانية، كما أنها تساعد على تجميع الحبيبات في التربة. وكثير من هذه الكائنات لها أهمية صناعية كبيرة في إنتاج العديد من مضادات الأحياء «Antibiotics»، التي تستعمل في النواحي الطبية، وفي كثير من النواحي الصناعية الأخرى .

٣ - الفطريات «Fungi»

تعتبر الفطريات ثالث مجموعات الكائنات المجهرية، التي توجد في التربة. والفطريات كائنات دقيقة خيطية، تكوّن خيوطا تسمى هيفات، وقد تكون هذه الهيفات مقسمة إلى خلايا، أو قد تكون غير مقسمة. وغالبية الفطريات هوائية، وهي هيتيروتروفية التغذية. وأعداد الفطريات قليل إذا ما قورنت بأعداد البكتيريا وبأعداد الأكتينوميسيتات، وتتحمل الفطريات الحموضة على عكس البكتيريا والأكتينوميسيتات، وهي تقوم بدور مهم في تحلل المواد العضوية، مثل السليلوز، والنشا، واللجنين في التربة، وفي أكوام السماد، والفطريات أيضا تعمل على تجميع حبيبات التربة، وذلك بأن تعمل شبكة الخيوط الفطرية روابط حول حبيبات التربة .

٤ - الطحالب «Algae»

تنتشر الطحالب عادة على سطح الأرض الرطبة المزروعة وغير المزروعة،

ويمكن رؤيتها بالعين المجردة، وهي تحتوي على الكلوروفيل، ولذلك فإنها تتغذى تغذية ذاتية، حيث تستخدم ثاني أكسيد الكربون، وطاقة الشمس، لبناء المواد العضوية. ويرجع دور الطحالب في الأرض إلى أنها قد تضيف بعض المواد العضوية وتحسن من تهوية الأراضي الطينية المشبعة بالماء. وللطحالب دور كبير في تفتيت الصخور، حيث إنها تمد الكائنات الحية الأخرى التي تنمو على الصخور بمصادر الغذاء، ولذلك فنموها ينشط ويسرع في تكوين الأراضي، وذلك عن طريق تفتيت الصخور وإذابتها، وتكوين بيئة صالحة لنمو نباتات أرقى، وهكذا تتعاقب المجاميع النباتية الأخرى.

مما سبق يتضح أن التربة يمكن اعتبارها بأنها «نظاما حيا»، أي بها العديد من الكائنات الحية المجهرية، التي تتأثر بها، وتؤثر فيها. كذلك ينظر إلى التربة، التي تحتوي على أعداد كبيرة من الكائنات الدقيقة، أنها تربة خصبة، ولذلك تحتوي الأرض المزروعة أعداداً أكبر من هذه الكائنات بمقارنتها بالأراضي البور، وتؤثر كائنات التربة بعضها في بعض، وكذلك تتأثر النباتات بكمية ونوعية الكائنات الدقيقة الموجودة في التربة.

تأثير الكائنات الدقيقة بالتربة بعضها على بعض

الكائنات الدقيقة التي تعيش في التربة عبارة عن خليط من أنواع كثيرة، وكل حبيبة من حبيبات التربة مهما كانت صغيرة، تحتوي على أكثر من نوع من الكائنات الدقيقة، وكثير من هذه الكائنات يعتمد بعضها على بعض في الحصول على المواد الغذائية اللازمة لنموها ولأنشطتها المختلفة، وتتنافس مع بعضها على العناصر والمركبات الغذائية المختلفة. ونتيجة لذلك تحتوي التربة على العديد من المجتمعات الميكروبية المختلفة.

وتتأثر المجتمعات الميكروبية المختلفة بطبيعة المواد الغذائية وإمكانية

الحصول عليها في صورة مناسبة، والعوامل الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للبيئة التي تعيش فيها، وعلى الأخص كمية التهوية، ودرجة الحرارة، ودرجة الرطوبة .

ويلاحظ أن التربة الفقيرة أو الخالية من المادة العضوية تعيش بها مجتمعات ميكروبية مكونة من أعداد محدودة من الأنواع .

وقد وجد أن التربة التي تحتوي على ٣, ٪ مادة عضوية، تحتوى على حوالي ١٧٠٠٠ كائن دقيق في الجرام الواحد من هذه التربة. ومعظم هذه الأعداد من البكتيريا مع حوالي ١٠ ـ ١٥ ٪ اكتينوميسيتات، و ٢, ٠ ـ ٥٦, ٪ من الفطريات. أما التربة التي تحتوي على ٤٥,٪ مادة عضوية، فقد وجد في المتوسط أنها تحتوي على ٥٩٦٦٦ كائن دقيق في الجرام الواحد من هذه التربة، وكانت نسبة الأكتينوميسيتات ٦١, ٠ ٪ والفطريات حوالي ٢٧, ٪. ومع أن هاتين المجموعتين من الكائنات الدقيقة توجد بنسب قليلة، إلا أنها تتكون من العديد من الأنواع المختلفة المميزة .

وعندما تكون المادة العضوية متوفرة في التربة تكون ممثلة في البقايا النباتية والحيوانية. وبما أن ٨٠ ـ ٩٠ ٪ من المادة العضوية النباتية عبارة عن مواد كربوهيدراتية ومواد لجنينية، لهذا يكون تأثير هذه المواد في الكائنات الدقيقة عبارة عن مجموعة هامة من التفاعلات، تقوم بها المجاميع الميكروبية المختلفة. ويمكن أن تأخذ على سبيل المثال مجاميع من المواد العضوية. غير النيتروجينية مثل الجلوكوز والسيليلوز واللجنين .

والجلوكوز يمثل مادة سكرية بسيطة، سهلة الإستعمال، بالنسبة لكثير من الكائنات الدقيقة، حيث إن معظم تلك الكائنات في التربة تستطيع إستغلال هذه المادة في نموها وفي أنشطتها المختلفة .

وعندما تكون كمية النيتروجين بالتربة قليلة، تنشط الكائنات المثبتة للنيتروجين الجوي، حيث تستغل الجلوكوز في نموها وفي أنشطتها المختلفة .

وتحت هذه الظروف تكون المنافسة قليلة، حيث تنحصر المنافسة في مجموعتين من الكائنات الدقيقة المثبتة للنيتروجين الجوي، هما : المجموعة الهوائية، التي من أمثلتها بكتيريا الأزوتوبكتر، والمجموعة اللاهوائية، التي تتمثل في بعض أنواع الجنس كلوستريديوم .

وهاتان المجموعتان تستطيع كل منهما أن تمد الأخرى بالإحتياجات الغذائية المختلفة، فالمجموعة الأولى تهيىء للمجموعة الثانية الوسط اللاهوائي، وذلك عن طريق استهلاك الأكسجين الحر بالتربة، أما المجموعة الثانية فإنها تساعد المجموعة الأولى عن طريق تحلل الفضلات المختلفة، التي تكونها المجموعة الأولى، وبذلك تتخلص المجموعة الأولى من هذه الفضلات. وهذا التعاون المشترك بين المجموعتين يؤدي إلى زيادة عملية تثبيت النيتروجين بالتربة .

وفي حالة وجود المواد السيليلوزية في التربة، تنشط مجموعات مختلفة من الكائنات الدقيقة، حيث إن المواد السيليلوزية لا يمكن استغلالها بوساطة الكائنات المثبتة للنيتروجين. وتحلل السيليلوز مرتبط أساسا بكمية النيتروجين في التربة، أي إن كمية وطبيعة المواد النيتروجينية، وطبيعة البيئة، تؤثر كثيرا في الأنواع المحللة للسيليلوز، وفي هذه الحالة يمكن أن تنشط مجتمعات ميكروبية متعاونة أو مجتمعات متنافسة. فعندما يتحلل السيليلوز بوساطة بعض الأنواع من الكائنات الدقيقة تتكون نتيجة لذلك مواد كربوهيدراتية بسيطة سهلة الإستغلال، من قبل هذه الكائنات ولأنواع أخرى من الكائنات الدقيقة التي تستطيع تحويلها إلى أحماض عضوية، وبالتالي تتحول هذه الأحماض بفعل كائنات دقيقة أخرى مختصة إلى ثاني أكسيد الكربون وماء، أو

إلى ثاني أكسيد الكربون والميثان، وفي أثناء العمليات المختلفة قد يمكن لمجموعة ما من الكائنات الدقيقة أن تتنافس مع المجاميع الأخرى، على أن تكون هي المجموعة السائدة، ويتوقف ذلك على نوعية التربة والرقم الهيدورجيني للتربة، وكمية وطبيعة المواد النيتروجينية، وكمية الأكسجين، ودرجة الحرارة بالتربة .

أما المواد اللجنينية، فإنها تمثل مواد أخرى، تؤثر تأثيرات مختلفة تماما في المجتمعات الميكروبية حيث إن اللجنين مادة صعبة التحلل في التربة، ولكن توجد بعض أنواع من الفطريات والأكتينوميسيتات تستطيع أن تحلل هذه المواد .

ومما سبق يتضح أن التركيبات للمجموعات الميكروبية المختلفة تتأثر بالتركيبات المختلفة لبقايا النباتات، تحت الظروف المناخية المختلفة، مما يتيح الفرصة لبناء مجتمعات ميكروبية، قد تكون بينها علاقات تعاونية، أو علاقات تنافس للحصول على الغذاء والمواد المفيدة الأخرى .

وفيما يلي شرح مختصر للعلاقات الجماعية المتعاونة، وللعلاقات الجماعية المتنافسة .

١ ـ العلاقات الجماعية المتعاونة **Associative Relationship**

يمكن تلخيص بعض العلاقات الجماعية المتعاونة فيما يلي :

* تأثير الكائنات الدقيقة الهوائية في نمو الكائنات غير الهوائية، حيث تستهلك المجموعة الأولى الأكسيجين الحر الموجود في التربة، مما يتسبب عنه وجود وسط بيئي مناسب لنمو وتكاثر الكائنات اللاهوائية .

* تكوين مادة غذائية مهمة لنوع ما من الكائنات الدقيقة، بوساطة نوع آخر. وهذه العلاقة منتشرة بكثرة بين كائنات التربة المجهرية. فمثلا

البكتيريا التي تؤكسد الأمونيا إلى نيتريت، تكون هذه المادة وسطا غذائيا مناسبا تحتاج إليه أنواع البكتيريا التي تحول النيتريتات إلى نترات. وهناك البكتيريا المحللة للبروتين تساهم في إمداد الأنواع البكتيرية الأخري التي لا تستطيع تحليل البروتين بالأحماض الأمينية المختلفة. أما البكتيريا المحللة للسيليلوز، فإنها تتسبب في تكوين أحماض عضوية، ومواد أخرى مهمة ولازمة لنمو ونشاط المجاميع الميكروبية، التي لا تستطيع تحليل المواد السيليلوزية .

* بعض الكائنات الدقيقة تنتج مواد منشطة للنمو، مثل الفيتامينات المختلفة اللازمة لكائنات أخرى .
* بعض الكائنات الدقيقة في أثناء أنشطتها المختلفة تكوّن مخلفات قد تكون ضارة بها، وقد يوجد من بين الكائنات الدقيقة الأخرى من يستطيع تحليل هذه المخلفات والإستفادة بها، مما يتسبب عنه إزالة هذه المخلفات، وبالتالي إزالة الأضرار التي قد تلحق بالمجموعة التي تنتجها .

٢ ـ العلاقات الجماعية المتنافسة (أو التضاد بين الكائنات الدقيقة)

Antagonistic effect

هذه العلاقة أيضا تحدث كثيرا بين كائنات التربة المجهرية، حيث إن أحد هذه الكائنات بطريق مباشر، أو غير مباشر، يتنافس مع كائن آخر، ويتسبب في ضرره، أو يؤثر فى أنشطته، ويمكن تلخيص بعضا من هذه العلاقات، بما يلي :

* التنافس بين الكائنات الدقيقة على المادة الغذائية، وهذا يكون بين الكائنات الدقيقة التي من المجموعة الواحدة نفسها، أو بين كائنات من مجموعات مختلفة .
* يتسبب كائن ما في خلق ظروف بيئية غير مناسبة لنمو ونشاط كائن آخر،

كأن يغير الكائن الأول مثلا درجة تركيز أيون الهيـدورجين عن طـريق تكوين أحماض عضوية أو غير عضوية .

* يكوّن أحد الكائنات الدقيقة مواد متخصصة في إلحاق ضرر لنمو وأنشطة كائنات أخرى، ومن بين هـذه المواد الكحـول والكيتونـات ومضادات الأحياء المختلفة .
* التطفل المباشر لكائن ما على كائن آخر، مثل تطفل بعض الفطريات على بعض أنواع من البكتيريا، أو تطفل بعض أنواع من البكتيريا على بعض أنواع من الفطريات، أو تطفل الفطريات والبكتيريا على الحشرات الضارة بالنبات .

الكائنات الدقيقة في التربة وعلاقتها بالنباتات المختلفة

. تتأثر الكائنات الدقيقة الموجودة في التربة بعدة عوامل كثيرة ومتداخلة مـع بعضها. فقـد وجد أن الأعـداد والأنـواع المختلفـة لهـذه الكـائنـات الدقيقة، وكذلك أنشطتها المختلفـة، تتأثـر بطبيعـة الغذاء ومصـدره. كما تعكس البيئة التي تعيش فيها صفاتها الفيزيائية والكيميائية والحيوية على نمو ونشاط هذه الكائنات. كما أن للعوامل المناخية المختلفة، مثل درجة الحرارة، ودرجة الرطوبة، والتهوية. . . إلخ لها دورها في التأثير في الكائنات المجهرية في التربة .

وقد بين ثورنتون «Thornton 1956» أن البيئة المحلية، التي تعيش فيها الكائنات الدقيقة، في التربة، يمكن تمييزها إلى نوعين مختلفين :

النوع الأول : هو بيئة التربة نفسها، بعيدة عن تأثير الجذور المختلفة للنباتات النامية بها، ويتحكم في هذه البيئة المادة العضوية الموجودة في التربة التي هي أساسا بقايا النباتات المختلفة .

النوع الثاني : فيتمثل في المنطقة التي تحيط بالجذور النباتية، والتي تقع تحت تأثير أنشطة وإفرازات هذه الجذور. ويطلق على سطح الجذر نفسه السطح الجذري «Rhizoplane»، وعلى التربة الملاصقة للجذر مباشرة، التي تقع تحت تأثير إفرازات الجذور بالمحيط الجذري «Rhizosphere» وعادة تمتد هذه المنطقة إلى بضعة سنتيمترات فقط، وامتدادها يختلف من نبات إلى آخر. أما الإثنين معا «السطح الجذري والمحيط الجذري» فيطلق عليهما المنطقة الجذرية «Root region» وهذه المنطقة هي التي تمد النباتات بالمواد الغذائية، والتي من خلالها تؤثر الكائنات الدقيقة في نمو وأنشطة النباتات المختلفة. و تأثير المنطقة الجذرية في كائنات التربة الدقيقة يعبر عنه بما يسمى «R / S»، وهو عبارة عن أعداد الكائنات الدقيقة في المنطقة الجذرية «R» مقارنة إلى الأعداد في التربة البعيدة عن تأثير تلك الجذور «S».

وقد أوضح كثير من العلماء والباحثين الفروقات المختلفة بين كائنات التربة وكائنات الريزوسفير (المحيط الجذري) في احتياجاتها الغذائية وأنواعها المختلفة، فقد وجد أن البكتيريا التي تحتاج في غذائها إلى واحد أو أكثر من الأحماض الأمينية تكثر في المحيط الجذري، في حين أن البكتيريا التي تحتاج إلى مواد غذائية معقدة كانت أقل في المحيط الجذري عنه في التربة البعيدة عن تأثير الجذور. أما الأنواع التي تنشط بكثرة حول الجذور النباتية، فهي مجموعة البكتيريا السالبة لصبغة جرام، وخاصة التابعة لجنس سيدوموناس «Pseudomonas»، وجنس «Achromobacterium»، «Agrobacterium»، والعديد من المجاميع الفسيولوجية المختلفة، مثل «Denitrifiers»، «Amonofiers»، والبكتيريا المحللة للسيليلوز، وبكتيريا «Nitrifiers»، أما أنواع الجنس باسيلس «Bacillus»، فإنها تقل في الأعداد في المنطقة الجذرية عنها في التربة البعيدة .

وقد قام كثير من العلماء ببحوث خاصة لدراسة طبيعة المنطقة الجذرية، والكائنات الدقيقة الموجودة في تلك المنطقة، وقد ركزت هذه البحوث على تأثير المحيط الجذري في نوعية الكائنات الدقيقة وأنشطتها، وتأثير الكائنات الدقيقة الموجودة بالمنطقة الجذرية في حياة النبات نفسه، وإمكانية الإستفادة من هذه الكائنات الدقيقة في التطبيقات المختلفة في الناحية الزراعية والصناعية .

فالأنشطة الأيضية للجذور والإفرازات المختلفة لها تعد من العوامل الأساسية، التي تحدد طبيعة وصفات المنطقة الجذرية، حيث إنها تمد الكائنات الدقيقة الموجودة في هذه المنطقة بالمواد الغذائية، وعلى الرغم من أن التحللات المختلفة، التي تقوم بها الكائنات الدقيقة للأجزاء المختلفة المتساقطة من النبات في التربة، تمثل مصدرا لهذه الكائنات، إلا أن المصدر الغذائي الرئيسي يتأثر عن طريق الإفرازات المختلفة التي تفرزها الجذور. وقد وجد لينش (Lynch, 1982) أن النباتات المختلفة تخرج حوالي ٢٠ ٪ من المواد الغذائية، التي تصنعها، عن طريق عملية التمثيل الضوئي خلال جذورها. وقد قام روفيرا (Rovira 1962) بدراسة نوعية هذه الإفرازات، واستطاع التعرف على مواد مختلفة، مثل المواد السكرية، والأحماض العضوية، والأحماض الأمينية، والمواد الفينولية، والأنزيمات المختلفة، والفيتامينات، ومشتقات الأندول، ومواد أخرى كثيرة، تختلف على حسب اختلاف نوع النبات، والظروف البيئية التي تؤثر في نموه .

وقد قام بعض الباحثين بتقدير كمية الكربون في إفراز جذور نبات البسلة النامية في محاليل مغذية منسوبة إلى كمية الكربون الموجودة في النبات ككل، بحوالي ٤ - ١٠ ٪، وفي نبات الذرة بحوالي ١,٧ - ٢,٣ ٪، وفي إفرازات جذور بادرات نبات الشعير والقمح بحوالي ٧ - ١٠ ٪ من الوزن الجاف للنبات .

وقد قدرت كمية الكربون حول جذور بعض النباتات، وفي التربة البعيدة عن تأثير الجذور، فوجد أن كمية الكربون في التربة الملاصقة للجذور تقدر بحوالي ١٢٠ ـ ١٠٠٠ جزء في المليون، وفي التربة التي سمكها حوالي ١سم حول الجذور بحوالي ١٢٠ ـ ٢٨٠ جزء في المليون، أما في التربة البعيدة عن الجذور، بسنتيمتر واحد، فإنها تقدر بحوالي صفر إلى ٤٠ جزءا في المليون .

مما سبق يتضح أن المنطقة الجذرية للنباتات المختلفة تمثل نمطا للبيئة الدقيقة الغنية بالإفرازات والمواد الغذائية المختلفة، التي بدورها تنعكس على حياة وأنشطة الكائنات الدقيقة في هذه المنطقة. فالمواد المنطلقة من الجذور تؤثر في نمو وتكاثر المجاميع، والأنواع المختلفة من الكائنات الدقيقة. وعموما يمكن القول: إن الكائنات الدقيقة التي تسود منطقة جذرية، لنبات ما، إنما هي عبارة عن الكائنات التي لها القدرة على التأقلم في هذه البيئة الدقيقة، وتحت هذه الظروف الخاصة، بحيث تستفيد استفادة كاملة من الإفرازات والأنشطة الجذرية المختلفة. ولذلك، فإن الاحتياجات الغذائية للكائنات الدقيقة تكون من الأهمية، بحيث تحدد طبيعة وتأثير المنطقة الجذرية، فمثلا سيادة البكتيريا التي تحتاج في نموها إلى الأحماض الأمينية في منطقة جذرية لنبات ما، إنما هو دليل على توفر هذه الأحماض في هذه المنطقة الجذرية. وقد وجد أن البكتيريا السالبة لصبغة جرام التي تحتاج لنموها إلى الأحماض الأمينية تمثل ٧٢٪ على سطح الجذر، ٤٣٫٣٪ في المحيط الجذري، أما في التربة البعيدة عن تأثير المنطقة الجذرية فإنها تمثل فقط ٢٦٫٨٪.

وقد وجد أيضا أن نسبة كبيرة من البكتيريا المتميزة بسرعة أكسدتها لسكر الجلوكوز والحمض الاميني الأنين وأملاح الخلات توجد في المنطقة الجذرية لبعض النباتات، وأن البكتيريا التي تستطيع استغلال حمض البنزويك وحمض

البنزويك الهيدروكسيلي في عملية التغذية إنما تكثر في التربة البعيدة عن تأثير الجذور عنها في المنطقة الجذرية.

وقد اهتم بعض العلماء بدراسة تأثير الإفرازات المختلفة للجذور النباتية على بعض الأمراض التي تصيب النبات، فقد وجد أن إنبات الجراثيم الكلاميدية للفطر «يوستلاجو زيا» «*Ustilago zea*» التي تسبب مرضا لنبات الذرة، فقد نشط بجوار الجذور، ومع ذلك فإن هذه الجراثيم المنبتة قد أتلفت بفعل بعض أنواع من البكتيريا التي توجد في هذه المنطقة.

وفي حالة نمو وزراعة نوع ما من النباتات في تربة ما باستمرار فان هذا يتسبب في تغيير التركيب الكيميائي للتربة والتي بدورها تؤثر في مجتمعات الكائنات الدقيقة بها، وقد يكون هذا التغير مناسبا لبعض النباتات أو ضارا لبعضها الآخر. فمثلا استمرار وجود نبات ما مثل القمح أو الكتان أو البرسيم في تربة معينة، قد يتسبب عنه نمو الفطريات الممرضة لهذه النباتات، وفي هذه الحالة يطلق على هذه التربة بالتربة المريضة.

وقد وجد أن النباتات يختلف تأثيرها في مجتمعات الكائنات الدقيقة الموجودة في التربة، ويعتمد ذلك على نوع النبات وعمره وطبيعة التربة الموجود بها، والعوامل التي تعامل بها هذه التربة. ففي الأطوار الأولى من حياة النباتات تكون أعداد الكائنات الدقيقة حول الجذور قليلة ثم تزداد حتى تصل إلى أعلى الأعداد في عمر معين يختلف بالنسبة لكل نبات، ثم بعد ذلك تتناقص هذه الأعداد بازدياد عمر النبات. فقد قدرت أعداد البكتيريا حول جذور نبات الشوفان في عمر ٤٤ يوما بحوالي ٧٨٠ خلية بكتيرية في الجرام الواحد من التربة الملاصقة للجذور، وحين وصل النبات إلى عمر ٦٣ يوما ازدادت هذه الأعداد إلى عشرة أضعاف ثم قلت بعد ذلك تدريجيا حتى وصلت إلى ٦٧٠ خلية بكتيرية في الجرام الواحد في عمر ١٧٣ يوم.

أما في حالة نبات البطاطس فقد قدرت أعلى الأعداد تدريجيا حينما كان عمر النبات ٨٦ يوما (٥٣٤٠ خلية بكتيرية في الجرام الواحد) ثم قلت هذه الأعداد تدريجيا حتى وصلت إلى ٥٠٠ خلية بكتيرية في الجرام الواحد حينما وصل عمر النبات إلى ١٧٣ يوما.

ويجب الإشارة إلى أن الاختلافات الكمية للميكروبات في المنطقة الجذرية لا تعتمد على المواد التي تفرزها الجذور ولكن على نوعية المادة الغذائية اللازمة لكل مجموعة أو لكل نوع من الكائنات الدقيقة. فمثلا وجد أن النشاط الأنزيمي المحلل لمادة اليوريا يكون عاليا في وجود سكر الجلوكوز، ولكن حينما توجد مع سكر الجلوكوز أملاح الأمونيا فإن هذا يتسبب في تقليل أنشطة هذه الأنزيمات. وتسمى هذه الظاهرة (التضاد) وقد لوحظ أيضا هذا التضاد بين المواد الغذائية التي تفرزها جذور بعض النباتات في التربة، حيث يمكن أن تتسبب مادة غذائية ما في عدم استفادة كائن دقيق من مادة غذائية أخرى. وعلى ذلك فإن احتمال تنشيط أو تثبيط أنزيمات معينة بهذه الطريقة من العوامل التي تؤثر في نمو وأنشطة الكائنات الدقيقة في المنطقة الجذرية.

مما سبق يتضح أن أعداداً كبيرة من الكائنات الدقيقة تجد بيئة مناسبة لنموها ومباشرة أنشطتها المختلفة حول جذور النباتات المختلفة أكثر من التربة البعيدة عن تأثير الجذور، وتحت هذه الظروف قد تنشط مجاميع معينة من الكائنات الدقيقة مثل البكتيريا المثبتة للنيتروجين الجوي، والمحللة للسيليلوز حيث تكثر البقايا السيليلوزية بجوار جذور هذه النباتات النامية مما يشجع نمو المجاميع المختلفة.

وكما أن للنباتات عدة تأثيرات على الكائنات الدقيقة في التربة، فإن الكائنات الدقيقة أيضا لها دور مهم في التأثير في نمو وأنشطة النباتات، فتستطيع بعض المجتمعات من الكائنات الدقيقة في المحيط الجذري أن تجعل كثيرا من

الأيونات في المنطقة الجذرية في صورة صالحة يستفيد منها النبات في أنشطته المختلفة، أو على العكس يمكن للبعض الآخر من الكائنات الدقيقة أن يتسبب في عدم استفادة النبات لبعض الأيونات، أو أن تتنافس مع النبات على بعض المواد الغذائية الموجودة في التربة فمثلا بعض المركبات التي تنتجها البكتيريا من المواد السكرية المعقدة تؤثر في النبات بطريقة غير مباشرة عن طريق تحسين قوام وتركيب التربة، وفي حالة التهوية الفقيرة في التربة قد تتنافس البكتيريا مع جذور النباتات للحصول على الأكسيجين الحر، وقد تسبب بعض الكائنات الدقيقة ضررا للنباتات عن طريق التطفل على هذه النباتات أو إفراز مواد سامة. وفي مجال آخر فان مجتمعات الكائنات الأخرى الدقيقة التي تؤثر في نمو ذلك النبات وتسبب له الأمراض المختلفة. ويجب الإشارة هنا إلى المحاولة الناجحة التي قام بها فاول وكامبل «Faul & Campell» عام ١٩٧٩ لمقاومة الأمراض الخطيرة التي تصيب نبات القمح وذلك عن طريق حقن جذور النبات بالبكتيريا المسماة باسيلس ميكويدس «*Bacillus mycoides*» . وقد قام كليوبر ومساعدوه «Kleopper et al» عام ١٩٨٠ بدراسة المواد المنشطة لنمو النباتات التي تكونها أنواع من البكتيريا الموجودة في المنطقة الجذرية حيث استعملها في حقن نبات البنجر والبطاطا والفجل. وقد استخلص من هذه الأنواع البكتيرية مواد من شأنها أن تكون مركبات معقدة مع مركبات الحديد، فتحيله بذلك إلى مواد صعبة المنال بالنسبة لأنواع من البكتيريا الممرضة للنبات مثل البكتيريا المسماة أروينيا كاروتوفورا «*Erwini carotovora*» . وقد وجد هوويل وستيبانوفك Howell & Stipanovic عام ١٩٨٠ أن بعض الأنواع من البكتيريا الموجودة في التربة تنتج مواد خاصة توقف أنواعاً معينة أخرى من الكائنات الدقيقة، فمثلا البكتيريا سيدوموناس فلورسنت ***Pseudomonas Flourescent*** تفرز مادة توقف نمو الفطر بيثيوم يولتينوم ***Pythium ultinum*** .

والدور الذي تلعبه الكائنات الدقيقة في المساعدة على نمو النباتات إنما يتأتى عن طريق تكوين المواد الهرمونية، والمواد الغذائية والعناصر المهمة الذائبة السهلة الاستعمال في تغذية النباتات. كما أن بعض الكائنات الدقيقة تعيش معيشة تكافلية على جذور بعض النباتات مثل النباتات البقولية، مثال على ذلك البكتيريا المثبتة للنيتروجين الجوي من جنس ريزوبيا. ويمكن إيجاز أهمية الكائنات الدقيقة في التربة وفي المنطقة الجذرية بالنسبة للنباتات المختلفة كالآتي:

* الكائنات الدقيقة تحلل بقايا النباتات والحيوانات المختلفة التي تضاف إلى التربة وبهذا تنطلق العناصر المهمة مثل النيتروجين والأملاح المعدنية المهمة اللازمة لنمو النبات، وبجانب ذلك يتكون كمية لا بأس بها من ثاني أكسيد الكربون اللازمة لبعض الأنشطة التي يقوم بها النبات.
* الكائنات الدقيقة تؤكسد وتحول الأملاح المعدنية التي تضاف إلى التربة مثل أملاح الأمونيا والكبريت أو التي تكونت في التربة نفسها نتيجة تحلل المواد العضوية المختلفة إلى مواد مناسبة سهلة يستفيد منها النبات.
* كثير من الكائنات الدقيقة في التربة لها القدرة على تكوين ثاني أكسيد الكربون وكثير من الأحماض العضوية وغير العضوية ونتيجة لذلك يذوب الكثير من الأملاح المعدنية في التربة وخاصة أملاح الكربونات والفوسفات وبعض من السيليكات المائية مما يعود بالفائدة على التربة والنباتات النامية بها. وقد أوضح جيريتسن «Gerretsen»عام ١٩٤٨ أن عنصر الفوسفور إذا أضيف على هيئة فوسفات الكالسيوم إلى تربة رملية معقمة لا يستفيد منه النبات المزروع في هذه التربة إلا إذا حقنت هذه التربة بحوالي جرام واحد من تربة خصبة، (أي بها العديد من الكائنات الدقيقة)، وقد دلت كثير من التجارب العلمية على أن الكائنات الدقيقة في التربة تلعب دورا مهما في إتاحة عنصر الفسفور في صورة مناسبة لنمو النباتات المختلفة. وقد أوضح

واكسمان Waksmanعام ١٩٦٠ أن عملية إذابة الفوسفات في التربة بوساطة الكائنات الدقيقة تتأثر بعدة عوامل من أهمها:

- طبيعة جذور النباتات وطبيعة إفرازاتها المختلفة.
- وجود كمية من الكائنات الدقيقة المذيبة للفوسفات في التربة.
- التركيب الكيميائي لمركبات الفوسفات.
- درجة تركيز أيون الهيدروجين.
- درجة حرارة التربة.

* بعض الكائنات الدقيقة تدخل في علاقات تكافلية مع بعض النباتات مثل النباتات البقولية التي تستفيد استفادة مباشرة من البكتيريا المكونة للعقد الجذرية في جذورها. وقد أوضح الكثيرون من الباحثين أن الكائنات الدقيقة في التربة قد يكون لها تأثير منشط في إنبات البذور النباتية ونمو البادرات، وقد عزي سبب ذلك إلى الإفرازات المختلفة من المواد المنشطة والهرمونات التي تفرزها الكائنات الدقيقة.

* الكائنات الدقيقة تكون العديد من المواد العضوية في التربة ولهذا قد تتنافس مع النباتات في الحصول على المواد الغذائية المختلفة وخاصة النيتروجين والأملاح المعدنية، وتحت ظروف معينة فإن الكائنات الدقيقة تستطيع اختزال بعض المواد مثل الكبريتات والنترات وتكوين مواد قد تكون غير مناسبة لنمو النباتات، أو بعبارة أخرى قد تكون المنتجة لفقدان بعض العناصر اللازمة لنمو النبات.

طبيعة المناخ والتربة والكساء الخضري في الكويت

الكويت صحراء منبسطة ذات تموجات بسيطة تتخللها بعض المرتفعات والوديان والمنخفضات والكثبان الرملية الساحلية والمستنقعات الملحية. وتربة الكويت رملية في الغالب تميزها عادة طبقة صلبة من «الجتش» تحت السطح. ومناخ الكويت قاحل وصيفه حار جاف وشتاؤه بارد متوسط المطر، وقد عرف

ميجز (Meugs, 1953) مناخ الكـويت بأنـه «AC24»حيث إن«A» تعني جاف أو قاحل، «C»تعني مطير شتاء، «2»تدل على أن متوسط درجة الحرارة لأبرد شهور السنـة هو ١٠ ـ ٢٠ س، أمـا «4» فتدل عـلى أن متوسط درجـة الحـرارة لأحـر شهور السنة تصل من ٣٠ درجة مئوية إلى ٥٦ درجة مئوي. وعند رصد كميـة الأمـطار المتسـاقطة شهريـا وسنـويـا في خـلال المـدة ١٩٥٢ ـ ١٩٨٥ تبـين أن الكويت تستقبل الأمطار عادة بين نوفمبر ومايـو، وأحيانـا تتساقط أمـطار قليلة خلال شهري سبتمبر وأكتوبر، أما الشهور من يونيـو إلى أغسطس فتتميـز بأنها عـديمة الأمـطار. هذا وقـد أشـار دبـور (Dabbour, 1970) إلى حـدوث أمـطار متفـرقة خـلال شهر أغسـطس ١٩٦٩ وأمطار تصـل إلى ١٥ مم خـلال يـوليـو ١٩٦٦، وسقوط الأمطار في الكويت يتبع نـظام المناطق القـاحلة التي لا تخضع إلى نظام.

والـرياح تهب غـالبا عـلى دولة الكـويت من اتجـاهـين: الشـمال الغـربي والجنـوب الغربي، أمـا هبوب الـرياح من اتجـاهات أخـرى فهو أقـل حدوثـا، ويصاحب الرياح الشمالية الغربية الهواء السـاخن صيفا والبـارد شتاء، وأحيـانا تسبب هذه الرياح إثارة الأتربة والـرمال وحينـما تكون هـذه الريـاح قويـة فإنها تسبب العـواصف الرمليـة، وهي تسبب متـاعب كثـيرة للسكـان، وقـد أمكن حساب أن الكويت تستقبل ٦٣ يوما في السنة تقل فيها الرؤيا وقد تكون أحيانا الرؤيا معدومة بسبب هذه العواصف الـرملية. وتكـثر هذه العـواصف الرمليـة خلال شهري يونيو ويوليو، وتكون أقل حدوثا في نوفمبر وديسمـبر، أما الـرياح الجنوبية الغربية فإنها تأتي بالهواء الساخن الرطب من البحر.

وقد وصف الحلوجي (١٩٧٣) الكساء الخضري بـالكويت بـأنه يتكـون من خليط من الشجـيرات والأعشاب المعمـرة والحـوليـات. تعـد كميـة المـطر السنوية وتـوزيعه المـوسمي من العوامـل التي تحدد الكسـاء الخضري. يليه في

الأهمية شكل الأرض والعوامل الإحيائية، وقد قام الحلوجي بعمل خريطة نباتية للكويت اقترح فيها تقسيم الكساء الخضري على أساس شكل الأرض ونوع النبات السائد إلى أربعة نظم بيئية هي :

١ ـ الكثبان الرملية The sand dune ecosystem.

٢ ـ المستنقعات والمنخفضات الملحية

The salt marsh and saline depresion ecosystem

٣ ـ السهل الصحراوي The desert plain ecosystem

٤ ـ الهضبة الصحراوية The desert plateau ecosystem

١ ـ الكثبان الرملية :

وهي عبارة عن سلسلة من الكثبان الرملية الساحلية الواطئة تمتد على طول الساحل من الضباعية «Al-Dobaiyyah» جنوبا. وفي هذه المناطق تكون التربة مفككة رملية خشنة ويسود هذه المناطق نبات الهرم *Zygophyllum coccinum* أو نبات الشنان *Zeidltzea rosmarinus* أو النباتين معا، وأحيانا يسود هذه المناطق نبات الرغل *Atriplix leucoclade* ونبات الغردق *Nitraria retusa* وأحيانا يكون نبات الغردق سائدا في هذه المناطق.

ومن النباتات التي تكون مصاحبة لهذه النباتات السائدة نبات العوسج *Lycium shawii* ونبات ثمام *Panicum turgidum* ، وأحيانا يوجد نبات الهالوك *Cistanche tubulosa* الذي يتطفل على جذور نبات الهرم *Zygophyllum coccinum* وعلى جذور نبات شنان *Zeidltzea rosmarinus*.

٢ ـ المستنقعات والمنخفضات الملحية :

تكوّن المستنقعات والمنخفضات الملحية بالكويت حزاما ساحليا حول

جون الكويت وخور الصبية Khor AL-Sabiyah وتوجد أيضـا هذه المستنقعـات على سواحل جزيرة بوبيان وجزيـرة وربة . والـتربة في هـذه المناطق تتـدرج من حصوية «Loamy sand» إلى طين رملي «Sandy clay» . وهـذه المستنقعات تتـأثر بحركة المد بالمستوى الضحل للمياه الأرضية المالحة .

يتكـون في المستنقعـات الملحيـة نـطاقـات نبـاتيـة واضحـة تختلف تبعـا للمنطقة ، وعموما نجد قرب الشواطيء نبات ثليث «أو الثلوث» ***Halocnemon strobilacium*** ثم يتبعـه نبات الغـردق ***Nitraria retusa*** وبعد ذلـك يـأتي نبـات الهـرم ***Zygophyllum coccinum*** الـذي يســود معــظم الأراضي البعيــدة عن الشـاطيء وفي بعض الأمـاكن المختلفـة قـد يكــوّن نبـات الــطرفـه ***Tamarix Passerinoides*** نطاقا واضحا يلي نبات الغردق .

وتوجد المنخفضات الملحية على جانبي طريق الكويت ـ رأس الخفجي . وتربة هذه المنخفضات تشبـه تربـة المستنقعات الملحيـة ويكون وسط المنخفض عـاريا من الكسـاء الخضري أو قـد يكـون مغـطى بنبـات ثليث ***Halocnemon strobilacium*** . أما حواف المنخفض فتكون أحيانا مغطاة بنبات الهرم .

٣ ـ السهل الصحراوي :

يشغـل السهـل الصحـراوي الجـزء الأكـبر إلى الغـرب من المستنقعـات والمنخفضـات الملحية ، وتختلف الـتربة بعضهـا عن بعض وتغـطي بمجتمعـات نباتية مختلفة كالآتي :

أ ـ مجتمع نبات الثندي Conglumeratus

يسود هذا النبات المنطقة الواقعة إلى الجنوب والجنوب الغربي لمدينة الكويت حيث تكون التربة عميقة (أكثر من مترين) متوسطة التفكك رملية خشنة ولا يوجد بها طبقة صلدةHardpan ، وقد يوجد في أماكن متفرقة من هذه المنطقة

نبـات الثـمام *Panicum turgidum* ونبـات الحـاد *Cornulaca leucacantha* وفي الأمـاكن القـريبـة من تـلال بـرقـان يحـل محـل نبـات ثنـدى نبـات نجيـل النعجة *Asthenotherum forsskalle* ونبات نصى *Stipagrastic plumosa*.

ب ـ مجتمع نبات العرفج Rhanterium epapposum

تقع هذه المنطقة في الوسط في أقصى الشمال الشرقي للكويت. والتربـة هنا ضحلة إلى متـوسطة العمق (٥٠سم ـ ١٥٠سم) وتتميـز بوجـود الـطبقـة الصلدة التي تكـون عبارة عن طبقـة بها كـربـونـات الكلسيـوم أو الجبس ويسـود هذه المنـطقة نبـات العـرفـج *Rhanterium epapposum* وأحيـانـا يصاحبه نبـات العليق *Convolvulus oxyphyllus* ونبات الحلم. *Meltkipsis ciliate* ونـجـيـل الـنـعـجـة *Asthenotherum forsskalle* ونصي *Stipagrastic plumosa*.

ج ـ مجتمع نبات الرمث Hammada salicornicum

يسـود نبات الـرمث *Hammada salicornicum* المنطقـة التي تقـع في الجـزء الشـمالي والشمال الغـربي والجنوبي للكـويت. وهي تتميز بـتربة ضحلة إلى ضحلة جدا (بضعة سنتيمترات) ويوجد بها الطبقة الصلدة.

٤ ـ الهضبة الصحراوية:

توجد في أقصى الغـرب والتربـة هنا صحـراوية حصـوية تخلو في معـظم الأحيان من الكساء الخضري. وحيث تتجمع الرمـال توجـد مجاميـع من نبات الـرمث وفي بعض الأحـيـان يـوجـد نبـات الحـنـظل (الشرى) *Citrullus colocynthis*، وقد يوجد نبات الهالوك *Cystanche* المتطفل عـلى نبات الـرمث. وفي الربيع تزدان التربة في الهضبة الصحراوية بحلة خضراء من نبـات الكحيل (حمرة البدو) *Arnibia decumbens*.

الفصل الثالث

البكتيريا في التربة الكويتية

مقدمة

. إن دراسة الكائنات الدقيقة في التربة الصحراوية دراسة مطلوبة لما لها من أهمية في تعيين العلاقة بين هذه الكائنات الدقيقة وبين طبيعة التربة الصحراوية ونوع الكساء الخضري في هذه البيئة الجافة وإمكان الاستفادة من ذلك في معرفة صلاحية التربة الصحراوية للزراعة إذا وجدت المياه بكميات مناسبة .

وقد قام الباحث جورينا(Gorina, 1966)بدراسة توزيع البكتيريا المذيبة للفوسفات غير الذائبة في أنواع مختلفة من التربة الصحراوية وقد سجل في هذه الأبحاث تأثير المحيط الجذري للنبات وأيضا تأثير الفصول المختلفة . أما الباحث كاميرون (Cameron,1960) فقد درس الكائنات الدقيقة في المناطق المكشوفة Arid Zones ممثلة في المناطق القطبية والمناطق البركانية ثم الصحراوية ذات الجبال العالية وقد ركزت الدراسة على العلاقة بين وفرة وجود الكائنات الدقيقة والصفات الفيزيائية والكيميائية للتربة في هذه المناطق .

وفي مراكش قام ساسون (Sasson, 1967) بدراسة بيئية فسيولوجية على الفلورا البكتيرية في عينات من تربة المناطق المكشوفة على حين درس شيانج ومساعدوه (Chiang et al, 1972) التغيرات الموسمية في أعداد الكائنات الدقيقة في التربة، كما درس مكاوي وعبد الغفار (١٩٧١) توزيع البكتيريا والفطريات في التربة الليبية .

وفي جمهورية مصر العربية سجلت عدة أبحاث خاصة بتوزيع الكائنات الدقيقة في تربة المناطق المكشوفة حيث استطاع منتصر ومساعدوه (١٩٥٦) إيجاد علاقات بين توزيع الكائنات الدقيقة في المناطق الجذرية لبعض النباتات الصحراوية والعوامل البيئية المختلفة.

أما علوان ومحمود (١٩٦٠) فقد قارنا الفلورا البكتيرية الموجودة في المناطق الجذرية بالفلورا البكتيرية الموجودة في التربة البعيدة عن تأثير الجذور وذلك لثلاثة مجتمعات في الصحراء شرق مدينة القاهرة، وقد قام الباحث نفسه ومساعدوه (١٩٧٢) بدراسة توزيع البكتيريا المحبة للحرارة العالية في بعض أنواع من التربة المصرية منها التربة الصحراوية والتربة الملحية.

وفي صحراء المملكة العربية السعودية درس علوان ومساعدوه (١٩٦٩) توزيع الكائنات الدقيقة في التربة في الجزء الشرقي والغربي من الصحراء العربية، أما علوان ودياب (١٩٧٦, a, b, c ١٩٧٠) فقد قاما بدراسة المحتوى البكتيري في التربة الصحراوية الملاصقة لجذور بعض النباتات والبعيدة عن تأثير الجذور وذلك في ثلاثة مجتمعات نباتية قريبة من مدينة الرياض. وفي (١٩٧٧) درس أبو زنادة التغييرات الموسمية في أعداد البكتيريا وفي الأنشطة المختلفة لهذه البكتيريا في التربة الصحراوية لمدينة الرياض.

أما في الكويت فيعد دياب أول من درس الفلورا البكتيرية في التربة الصحراوية وتربة المستنقعات الملحية وذلك في خمسة مجتمعات نباتية يسود فيها النباتات الآتية:

- ثليت *Halocnemon strobilacium*
- أسل *Jancus acutus*
- طرفة *Tamarix passerinoides*

- هرم *Zygophyllum coccinum*

- حاد *Corunlaca leucacantha*

وتمثل ثلاثة المجتمعات الأولى البيئة المالحة أما المجتمع الرابع فيمثل بيئة انتقالية بين البيئة الصحراوية والبيئة المالحة، على حين يمثل المجتمع الخامس البيئة الصحراوية، وفي سنة ١٩٧٤ درس هاشم ودياب الأعداد الكلية للبكتيريا في المناطق الخمس السابقة وقد قارن هاشم والغنيم (١٩٧٣) أعداد البكتيريا في المناطق الجذرية وفي التربة البعيدة عن تأثير الجذور في أربعة مجتمعات نباتية، اثنان يمثلان المستنقعات الملحية ويتمثلان في مجتمع خريزة ومجتمع نبات غردق، أما الاثنان الآخران فإنهما يتمثلان في مجتمع نبات الثندي ومجتمع نبات العرفج ويمثلان منطقتين صحراويتين. وفي سنة ١٩٧٨ درس دياب البكتيريا المحبة للحرارة العالية في بعض عينات من التربة الكويتية الصحراوية والملحية، على حين قامت العقيلي بعمل مسح أولى للبكتيريا الوسطية الحرارة والبكتيريا المحبة للحرارة العالية الموجودة في أحد المستنقعات الملحية الساحلية في الكويت وذلك خلال ١٩٧٣ - ١٩٧٤، أما في خلال صيف ١٩٧٩ فقد درس دياب والغنيم توزيع الأعداد الكلية للبكتيريا الحية والمجاميع الفسيولوجية المختلفة في ست مناطق مختلفة في صحراء الكويت.

وفيما يلي عرض تلخيصي لنتائج بعض الأبحاث الخاصة بالبيئة الكويتية بهدف إلقاء الضوء على توزيع الأنواع المختلفة من البكتيريا المحبة للحرارة العادية وأيضا المحبة للحرارة العالية في التربة الكويتية وعلاقة ذلك بالكساء الخضري والظروف البيئية المختلفة مع الإشارة إلى طبيعة المناخ والتربة والكساء الخضري.

توزيع البكتريا في المستنقعات الملحية في الكويت

تم اختيار ثلاث مناطق تمثل المستنقعات الملحية في الكـويت حيث يسود في المنطقة الأولى مجتمع نبات «ثليث» وفي المنطقة الثانية مجتمع نبات «طرفه» أما مجتمع نبات «الهرم» فإنه يسود في المنطقة الثالثة. وقد تم جمع العينات من التربة الملاصقة لجذور النباتات السائدة (المنطقـة الجذريـة) وأيضا من الـتربة البعيـدة عن تأثير الجـذور (على بعـد حوالي مـتر من الجذور). وكـان ذلك خـلال ثلاثـة شهور مختلفة هي: مـايو ١٩٧٣ ويمثـل شهرا من شهـور السنة المتميـزة بدرجـة حرارة عالية عديم الأمطار وهواء جاف وسرعة تبخير عاليـة. أما شهـر أكتوبـر فإنه يمثـل شهرا يعقب فصـل الصيف الجاف الشـديد الحـرارة على حـين شهر مارس يمثل شهرا من شهور السنة المعتدل نسبيا.

ومن النتائج المدونة في جـدول (١) والموضحـة في شكل (١٧) يتبـين أن المنطقة التي يسود فيها نبات «ثليث» تتميز بتربة ذات محتـوى عال من البكتـيريا الحية الكلية إذا ما قورنت بـالتربـة في المنطقتـين الأخريـين ـ وربما يكـون سبب ذلك أن هذه المنطقة تقع مباشرة تحت تأثير المـد والجزر وبـذلك تتعـرض للغمر بالماء وقت المـد مما يتسبب في غسيـل التربـة من بعض الأملاح وبـذلك تكـون التربة قليلة الأملاح نسبيا. أما التربـة في مجتمع نبـات «طرفـة» فلا تتـأثر بـالمد والجزر وإنما تتأثر بمستوى الماء الأرضي وبتركيزات عالية من الأملاح. على حين أن التربة في مجتمع نبات «الهرم» تكون أكـثر جفافـا وأقل ملوحـة نسبيا وأخشن قواما من التربة في كل من المجتمعين الآخرين.

أما نتائج المحتوى البكتيري للمحيط الجذري فـإنها تدل عـلى أن المحيط الجذري لنبات الهرم أغنى بمحتواهـا البكتيري إذا مـاقورنت بـالمناطق الجـذرية للنبـاتـات الأخـرى عـلى حـين أن المحيط الجـذري لنبـات «ثليث» يعـد أفقـر المحيطات الجذرية.

وإذا لاحظنا نتائج «جـ/ت» (نسبة المحتوى البكتيري في المنطقة الجذرية إلى المحتوى البكتيري في التربة البعيدة عن الجذور) يتبين أن أعلى نسبة كانت في مجتمع نبات «طرفه» ونبات «الهرم» وإن ارتفاع نسبة جـ/ت لهو دليل على أنشطة الجذور المختلفة وإفرازها للمواد الغذائية ومنشطات النمو اللازمة للمجاميع البكتيرية المختلفة لكي تتكاثر وتزدهر حول جذور هذه النباتات. وتتراوح النسبة جـ/ت في حالة نبات طرفه من ٤٩ إلى ٧٥٧ وفي نبات الهرم من ٦٤ إلى ٩١٠، أما في نبات ثليث فانه لا يوجد فروق كبيرة بين محتوى المحيط الجذري ومحتوى التربة من البكتيريا حيث إن النسبة جـ/ت لا تزيد على ١٨.

أما تأثير الشهور في المحتوى البكتيري لهذه المستنقعات الملحية فيختلف من منطقة إلى أخرى ومن مجتمع نباتي إلى آخر وحتى المجتمع النباتي الواحد يختلف تأثير الشهور في المنطقة الجذرية عنه في التربة البعيدة عن هذه المنطقة، ففي مجتمع نبات ثليث لا يتأثر المحتوى البكتيري في التربة وحول الجذور كثيرا باختلاف الشهور. أما في مجتمع نبات «طرفه» فإن المحتوى البكتيري في التربة البعيدة عن الجذور يكثر خلال شهر أكتوبر. أما المنطقة الجذرية فإنها لم تتأثر كثيرا باختلاف الشهور. على حين أن مجتمع نبات الهرم يختلف عن المجتمعين السابقين حيث تكثر البكتيريا في التربة وحول الجذور في خلال شهر مايو وتقل في الشهرين الآخرين.

وعند دراسة توزيع المجاميع البكتيرية الفسيولوجية المتخصصة في هذه المستنقعات الملحية يتبين أن المجاميع البكتيرية المحللة للنشأ في جدول رقم (٢) تتوافر في كثير من الحالات بتركيزات أكثر من المجاميع المحللة للدهون. أما المجاميع البكتيرية المفرزة للأحماض المذيبة لكربونات الكالسيوم فإنها توجد بتركيزات أكثر من تلك التي تستطيع إذابة فوسفات الكالسيوم. ويختلف كل مجتمع نباتي عن الآخر في التركيزات المختلفة لهذه المجاميع.

ففي التربة الخاصة بمجتمع ثليث لا يزيد تركيز المجاميع البكتيرية المحللة للنشأ عن ١ × $١٠^{٣}$*/ جم تربة، أما في تربة مجتمع نبات «طرفه» فإن التركيز يصل إلى ٣٥ × $١٠^{٣}$/ جم تربة، على حين أن التربة في مجتمع نبات الهرم تكون أفقر في محتواها البكتيري للبكتيريا المحللة للنشأ حيث لا تزيد الأعداد عن ٢ر × $١٠^{٣}$/ جم تربة.

وفي المنطقة الجذورية وجد أن جذور نبات الهرم أغنى الجذور بالبكتيريا المحللة للنشأ حيث يصل التركيز إلى ٣٩٥٨ × $١٠^{٣}$/ جم تربة ملاصقة، يلي ذلك جذور نبات طرفة حيث يصل أعلى تركيز إلى ١٩٥٧ × $١٠^{٣}$/ جم تربة ملاصقة، وتكون بذلك جذور نبات ثليث أفقر الجذور حيث لا يزيد التركيز عن ١٤٤ × $١٠^{٣}$/ جم تربة ملاصقة.

وحينما نتكلم عن تأثير الشهور في توزيع هذه المجاميع المحللة للنشأ نستطيع القول إن شهر مارس من الشهور المناسبة لتوافر هذه المجاميع حول جذور نبات «ثليث»، أما توافر هذه المجاميع في التربة البعيدة عن الجذور فإنه لا يتأثر كثيرا باختلاف الشهور. أما في مجتمع نبات طرفه فإن الشهر المناسب لتوافر هذه المجاميع بكثرة حول الجذور وفي التربة البعيدة هو شهر أكتوبر وهذا بدوره يختلف عنه في مجتمع الهرم حيث وجد أن الشهر المناسب للحصول على أعلى تركيزات من هذه الأنواع البكتيرية هو شهر مايو.

هذه التركيزات كانت أعلى تركيزات سجلت في المناطق الثلاث، أما في مجتمع نبات طرفة فإن هذه المجموعة البكتيرية لم توجد إلا في التربة فقط خلال مايو ومارس. أما جذور نبات الهرم فهي من الجذور المشجعة لوجود هذه المجموعة خلال مايو وأكتوبر على عكس التربة البعيدة عن الجذور الفقيرة بهذه المجموعة من البكتيريا.

---

* $١٠^{٣}$ = ١٠٠٠

وعند حساب النسبة المئوية للمجاميع البكتيرية السابقة في المجتمعات النباتية الثلاثة (شكل ١٨ ـ ٢٣) نجد أن النسب المئوية لكل مجموعة تختلف من مجتمع إلى آخر، ومن شهر إلى شهر سواء في التربة أو حول الجذور.

مما سبق يمكن القول إن بيئة المستنقعات الملحية في الكويت تختلف في محتواها البكتيري من منطقة إلى أخرى ومن شهر إلى شهر وتختلف أيضا على حسب نوع المجتمع النباتي السائد في كل منطقة وحتى داخل كل منطقة تختلف التركيزات البكتيرية على حسب طبيعة الجذور النباتية وأنشطة النبات في المواسم المختلفة مما ينعكس على الإفرازات الجذرية للمواد المشجعة أو غير المشجعة لنمو وتكاثر المجاميع البكتيرية.

ويمكن تلخيص مميزات كل منطقة من المناطق الثلاثة في الآتي:

أ ـ منطقة مجتمع نبات ثليث:

* تحتوي التربة في هذا المجتمع النباتي على أعلى تركيزات من البكتيريا الحية الكلية إذا ما قورنت بالتربة في مجتمع طرفه ومجتمع الهرم، ولا يوجد فرق كبير بين محتوى الجذور ومحتوى التربة من هذه البكتيريا كما هو واضح من النسبة جـ/ت. كما أن هذا المحتوى البكتيري في هذه المنطقة لا يتأثر باختلاف الشهور.
* تعدّ هذه المنطقة من أفقر المناطق في محللات النشأ ومحللات السيليلوز وأغناها في محللات البروتين، أما محللات الدهون ـ إن وجدت ـ فهي تكون أكثر نسبيا من توافرها في المجتمعين الآخرين، وبالنسبة لمفرزات الأحماض فإن التربة في هذا المجتمع النباتي تحتوي على تركيزات أعلى إذا ماقورنت بمجتمع نبات طرفه ونبات الهرم على حين تكون جذور نبات ثليث أفقر الجذور، وفي حالة مذيبات الفوسفات. إذا توافرت فإنها لا تكون أكثر من توافرها في المجتمعات الأخرى.
* تكثر البكتيريا المحللة للنشأ في مارس وتقل في مايو حول جذور نبات ثليث،

أما في التربة البعيدة عن الجذور فإنها لا تتأثر كثيرا باختلاف الشهور، أما البكتيريا المحللة للبروتين والمحللة للسيليلوز والمفرزة للأحماض فإنها تكثر خلال شهر أكتوبر في التربة وأيضا حول الجذور، أما البكتيريا المحللة للدهون والمذيبة للفوسفات فإنها تتوافر في مارس حول الجذور وفي مايو في التربة البعيدة عن الجذور.

ب - مجتمع نبات طرفه

* منطقة نبات طرفه تعد منطقة انتقالية بين منطقة نبات ثليث ونبات الهرم، وفي كثير من الحالات تكون أعداد البكتيريا الكلية أكثر تركيزا منها في منطقة ثليث وأقل تركيزا منها في في منطقة الهرم، ويكون شهر أكتوبر من الشهور المناسبة لتوافر البكتيريا الكلية الحية في هذا المجتمع النباتي، وأيضا يعد هذا الشهر من الشهور المناسبة لتوافر محللات النشأ ومحللات السيليلوز ومفرزات الأحماض.

- تتميز منطقة نبات طرفه بأنها أغنى المناطق الثلاثة بالبكتيريا المحللة للسيليلوز.
- جذور نبات طرفه لم يسجل حولها - في هذه الدراسة - البكتيريا المحللة للبروتين ولا البكتيريا المذيبة للفوسفات خلال الشهور الثلاثة موضع الدراسة، وإذا توافرت هذه المجاميع في التربة فإنها لا تزيد على ٢ × ١٠^٣، ١٤ × ١٠^٣ في الجرام الواحد لكل من محللات البروتين ومذيبات الفوسفات على التوالي.

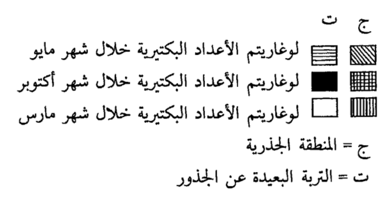
ج - منطقة مجتمع نبات الهرم

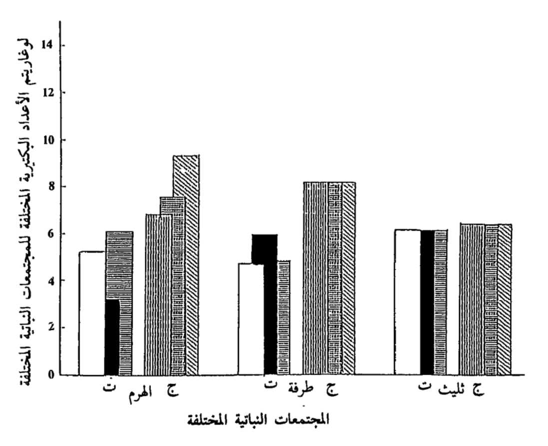
* في شهر مايو تكون جذور نبات الهرم من أنشط الجذور (إذا ما قورنت بجذور النباتين الآخرين) التي تشجع على توافر أعلى تركيزات من البكتيريا الكلية الحية وأيضا من المجاميع الفسيولوجية البكتيرية الأخرى، على حين أن التربة البعيدة عن الجذور تكون أفقر في محللات النشا إذا ما قورنت بالتربة في المجتمعين الآخرين.

جدول رقم (١)

الأعداد الكلية للبكتيريا الحية في كل جرام من التربة الملاصقة للجذور (ج)، ولكل جرام من التربة البعيدة عن تأثير الجذور (ت) في شهري مايو وأكتوبر من عام ١٩٧٣، ومارس عام ١٩٧٤، ويوضح الجدول نسب الأعداد الكلية حول الجذور إلى الأعداد الكلية في التربة البعيدة عن الجذور جـ / ت .

المجتمع النباتي	الأعداد الكلية الحية × ١٠^{٤} لكل جرام تربة في الشهور المختلفة		
	مايو ١٩٧٣	أكتوبر ١٩٧٣	مارس ١٩٧٤
نبات ثليث Halocnemon (ج) (ت) (ج/ت)	٦,٥ ± ٠,٨ ٣,٦ ± ٠,٦ ١,٨	٦,٨ ± ٠,٤ ٣,٥ ± ٠,١ ١,٩	٧,٠ ± ٠,٤ ٤,٣ ± ٠,٥ ١,٦
نبات طرفه Tamarix (ج) (ت) (ج/ت)	١٦٢,٨ ± ١٦,٤ ٠٠٠,٣ ± ٠,٠٢ ٥٤٢,٧	١٣٨,٥ ± ٦,٤ ٠٠٢,٨ ± ٠,٥ ٤٩,٥	١٥١,٥ ± ٢٩,٠ ٠٠٠,٢ ± ٠,٠٧ ٧٥٧,٥
نبات الهرم Zygophyllum (ج) (ت) (ج/ت)	١١٩٦,٥ ± ١٢٠,٠ ٣,٤ ± ٠,٣ ٣٥٢,	٤٥,٥ ± ٥,٦ ٠,٠٥ ± ٠,٠٠٤ ٩١٠,٥	٤,٥ ± ٠,٣ ٠,٧٠ ± ٠,٠٣ ٦,٤





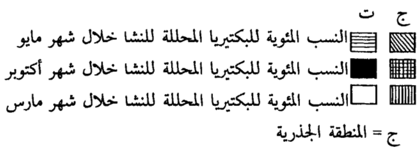
(شكل ١٧)

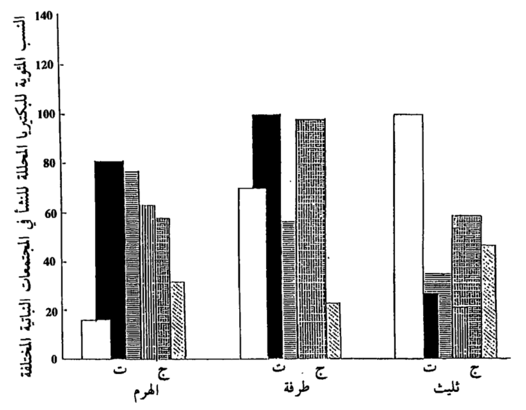
يبين العلاقة بين لوغاريتم الأعداد للبكتيريا الموجودة حول جذور النباتات المختلفة، وفي التربة البعيدة عن الجذور في المجتمعات النباتية المختلفة.

جدول رقم (٢)

أعداد البكتيريا المحللة للنشا في كل جرام من التربة الملاصقة لجذور النباتات (ج)، ولكل جرام من التربة البعيدة عن تأثير الجذور (ت) في شهري مايو وأكتوبر من عام ١٩٧٣، ومارس عام ١٩٧٤، ويوضح الجدول النسبة المئوية للبكتيريا المحللة للنشا منسوبة إلى أعداد البكتيريا الكلية النامية على الوسط الغذائي نفسه المحتوى على النشا، كما يوضح الجدول نسب أعداد البكتيريا المحللة للنشا الموجودة حول الجذور إلى الأعداد الموجودة في التربة البعيدة عن تأثير الجذور (ج/ت) .

المجتمع النباتي		الأعداد الكلية الحية × ١٠^٣ لكل جرام تربة في الشهور المختلفة		
		مايو ١٩٧٣	أكتوبر ١٩٧٣	مارس ١٩٧٤
نبات ثليث Halocnemon	(ج)	١,٥ ± ٠,٢	٨,٥ ± ١,٦	١٤,٤ ± ٠,٦
	(ت)	٠,٢ ± ٠,٠٦	١,٠ ± ٠,٤	٠,٧ ± ٠,٠٤
	(ج/ت)	٧,٥	٨,٥	٢٠,٦
نبات طرفه Tamarix	(ج)	٤٦,٥ ± ١,٧	١٩٥,٧ ± ١٤,٨	٠,٠
	(ت)	١,٢ ± ٠,٢	٣,٥ ± ٠,١	٠,٢ ± ٠,٤
	(ج/ت)	٣٨,٧	٥٥,٩	–
نبات الهرم Zygophyllum	(ج)	٣٩٥,٨ ± ٣٠,٥	١,٦ ± ١,٥	١٢٥,٦ ± ١٨,٠
	(ت)	٠,٢ ± ٠,٠٨	٠,٠١ ± ٠,٠٠١	٠,٢ ± ٠,٠٢
	(ج/ت)	١٩٧٩	٦١٠	٦٢٨





(شكل ١٨)

يبين النسب المئوية للبكتيريا المحللة للنشأ التي توجد حول جذور النباتات المختلفـة، وفي التربة البعيدة عن الجذور في المجتمعات النباتية المختلفة.

جدول رقم (٣)

أعداد البكتيريا المحللة للبروتين، لكل جرام من التربة الملاصقة للجذور النباتية المختلفة (ج)، ولكل جرام من التربة البعيدة عن تأثير الجذور (ت)، في شهري مايو وأكتوبر من عام ١٩٧٣، ومارس عام ١٩٧٤، ويوضح الجدول نسب أعداد البكتيريا المحللة للبروتين حول جذور النباتات إلى تلك الموجودة في التربة البعيدة عن تأثير الجذور (ج/ت) .

المجتمع النباتي		الأعداد الكلية الحية × ١٠^{٣} لكل جرام تربة في الشهور المختلفة		
		مايو ١٩٧٣	أكتوبر ١٩٧٣	مارس ١٩٧٤
نبات ثليث Halocnemon	(ج)	٠٠,٨٠ ± ٠,٣	٤,٨ ± ١,٨	١,٧ ± ٠,٣
	(ت)	٠,٧ ± ٠,٠٦	١,٣ ± ٠,٤	٠,٤ ± ٠,٠٦
	(ج/ت)	١,١٤	٣,٧	٤,٢٥
نبات طرفه Tamarix	(ج)	٠٠,٠	٠٠,٠	٠٠,٠
	(ت)	٠٠,٠	٠,٠٢ ± ٠,٠١	٠,٢ ± ٠,٠٢
	(ج/ت)	—	—	—
نبات الهرم Zygophyllum	(ج)	٣١٤,٦ ± ١١,٠	٠,١ ± ٠,٠٢	٠٠,٠٠
	(ت)	٠,٢ ± ٠,٠٣	٠٠,٠٠	٠,٠٠٥ ± ٠,٠٠٢
	(ج/ت)	١٥٧٣	—	—

ج ت

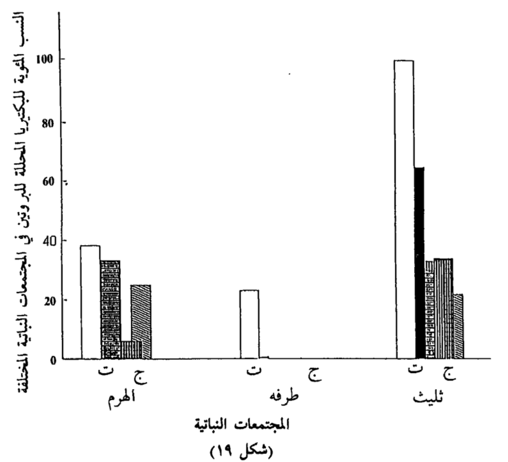
النسب المئوية للبكتيريا المحللة للبروتين خلال شهر مايو

النسب المئوية للبكتيريا الحللة للبروتين خلال شهر أكتوبر

النسب المئوية للبكتيريا المحللة للبروتين خلال شهر مارس

ج = المنطقة الجذرية

ت = التربة البعيدة عن الجذور



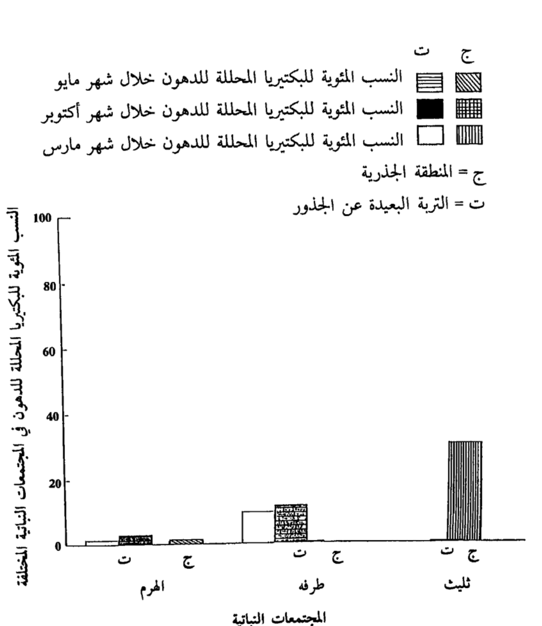
(شكل ١٩)

النسب المئوية للبكتيريا المحللة للبروتين الموجودة حول جذور النباتات المختلفة، وفي التربة البعيدة عن الجذور في المجتمعات النباتية المختلفة.

جدول رقم (٤)

أعداد البكتيريا المحللة للدهون في كل جرام من التربة المحيطة بالجذور (ج)، وفي التربة البعيدة عن تأثير الجذور (ت) في شهري مايو وأكتوبر من عام ١٩٧٣، وشهر مارس من عام ١٩٧٤. يوضح الجدول نسب الأعداد المحللة للدهون حول الجذور، إلى تلك الأعداد في التربة البعيدة عن تأثير الجذور (ج/ت) .

المجتمع النباتي		الأعداد الكلية الحية × ١٠ لكل جرام تربة في الشهور المختلفة		
		مايو ١٩٧٣	أكتوبر ١٩٧٣	مارس ١٩٧٤
نبات ثليث **Halocnemon**	(ج) (ت) (ج/ت)	٠٠,٠٠ ٠,١٢ ± ٠,٠٠١ –	٠٠,٠٠ ٠٠,٠٠ –	٢,٢ ± ٠,٦ ٠٠,٠٠ –
نبات طرفه **Tamarix**	(ج) (ت) (ج/ت)	٠٠,٠٠ ٠,٠٤ ± ٠,٠١ –	٠٠,٠٠ ٠٠,٠٠ –	٠٠,٣٠ ± ٠,٠٦ ٠,٠٢ ± ٠,٠٠٤ ١٥
نبات الهرم **Zygophyllum**	(ج) (ت) (ج/ت)	٠٠,١٨ ± ٠,٠٤ ٠,١٠ ± ٠,٠٠٢ ١,٨	٠٠,٠٠ ٠٠,٠٠ –	٠٠,٠٠ ٠٠,٠١ –



(شكل ٢٠)

بعض النسب المئوية للبكتيريا المحللة للدهون الموجودة حول جذور النباتات المختلفة، وفي التربة البعيدة عن الجذور في المجتمعات النباتية المختلفة.

جدول رقم (٥)

أعداد البكتيريا المحللة للسليولوز في الجرام الواحد من التربة المحيطة بالجذور (ج)، وفي الجرام الواحد من التربة البعيدة عن تأثير الجذور (ت)، وذلك في شهري مـايو وأكتـوبر من عـام ١٩٧٣، وشهر مـارس من عام ١٩٧٤، يوضح الجدول نسب تلك الأعداد التي حول الجذور إلى التي في التربة البعيدة عن تأثير الجذور (ج/ت).

المجتمع النباتي	الأعـداد الكليـة الحيـة × ١٠^٣ لكل جرام في الشهور المختلفة		
	مايو ١٩٧٣	أكتوبر ١٩٧٣	مارس ١٩٧٤
نبات ثليث **Halocnemon** (ج) (ت) (ج/ت)	٠,١٢ ± ٠,٠٢ ٠,٤٠ ± ٠,٠٣ ٠,٣	٣,٥ ± ٠,٢٠ ٠٠,٠٣ + ٠,٠١ ٠,٠٣	١,٥٠ ± ٠,١ ٠٠,٠٤ ± ٠,٠١ ٣٧,٥
نبات طرفه **Tamarix** (ج) (ت) (ج/ت)	١٧,٩٠ ± ١,٠ ٠,٢٤ ± ٠,٠١ ٧٤,٥	١٨,٢ ± ٢,٧ ٠٠,٦ ± ٠,٠٤ ٣,٣	٢,٢ ± ٠٠,١ ٠,٤ ± ٠,٠٤ ٥,٥
نبات الهرم **Zygophyllum** (ج) (ت) (ج/ت)	٣٠١,٤ ± ٤١,٨ ٠٠,٠٠ —	٠,٦٠ ± ٠,١٨ ٠٠,٠٠ —	٣,١ ± ٠,٠٣ ٠,٢ ± ٠,٠٢ ١٥,٥

ج ت

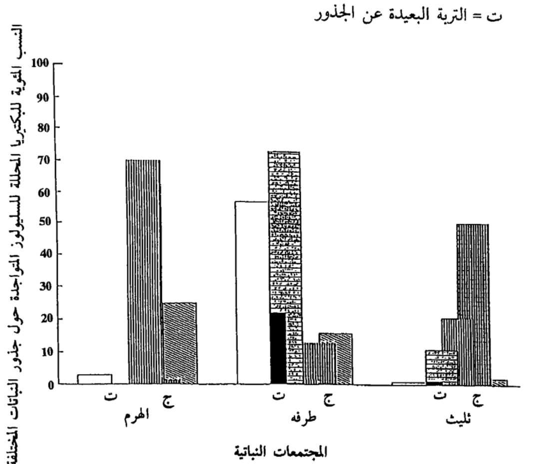
النسب المئوية للبكتيريا المحللة للسيليلوز خلال شهر مايو

النسب المئوية للبكتيريا المحللة للسيليلوز خلال شهر أكتوبر

النسب المئوية للبكتيريا المحللة للسيليلوز خلال شهر مارس

ج = المنطقة الجذرية

ت = التربة البعيدة عن الجذور



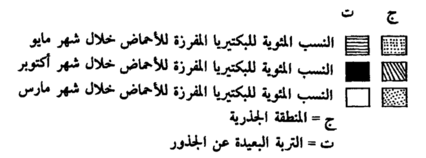
(شكل ٢١)

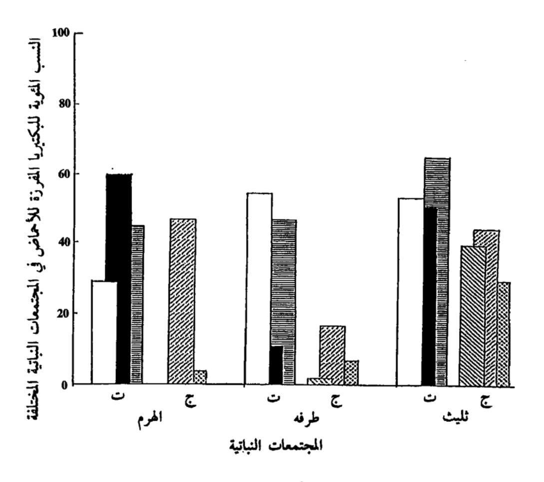
يبين النسب المئوية للبكتيريا المحللة للسيلولوز الموجودة حول جذور النباتات المختلفة، وفي التربة البعيدة عن الجذور في المجتمعات النباتية المختلفة.

جدول رقم (٦)

أعداد البكتيريا المفرزة للأحماض المذيبة لكربونات الكالسيوم لكل جرام من التربة المحيطة بالجذور (ج)، ولكل جرام من التربة البعيدة عن تأثير الجذور (ت)، وذلك في شهري مايو وأكتوبر من عام ١٩٧٣، وشهر مارس من عام ١٩٧٤، ويوضح الجدول نسب أعداد البكتيريا المفرزة للأحماض الموجودة حول الجذور، إلى تلك الأعداد الموجودة في التربة البعيدة عن تأثير الجذور (ج/ت).

المجتمع النباتي		الأعداد الكلية الحية × ١٠^٣ لكل جرام تربة في الشهور المختلفة		
		مايو ١٩٧٣	أكتوبر ١٩٧٣	مارس ١٩٧٤
نبات ثليث Halocnemon	(ج)	٩,١ ± ٠,٧	٣,١ ± ٠,٣	٢,٨ ± ١,١
	(ت)	٢,٤ ± ٠,٦	١,٨ ± ٠,٣	٢,٣ ± ٠,٢
	(ج/ت)	٠,٨	١,٧	١,٢
نبات طرفه Tamarix	(ج)	١١,٦ ± ٠,٢٥	٢٤,١ ± ٢,١	٢,٧ ± ٠,٢
	(ت)	٠,٢ ± ٠,٠٢	٠٠,٣ ± ٠,١٢	٠,١ ± ٠,٠٥
	(ج/ت)	٥٨	٨٠,٣	٢٧
نبات الهرم Zygophyllum	(ج)	٥٣,٣٠ ± ٢,٣	٢١,٧ ± ٣,٩	٠٠,٠٠
	(ت)	١,٥٠ ± ٠,٢	٠,٠٣ ± ٠,٠٠٢	٠,٢ ± ٠,٠٤
	(ج/ت)	٣٥,٥	٧٢٣,٣	—





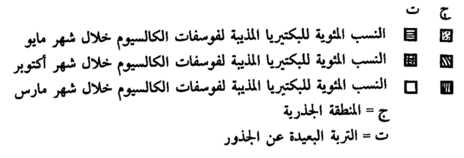
(شكل ٢٢)

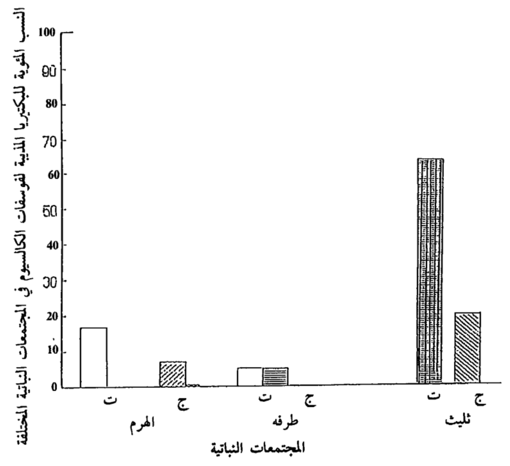
يبين النسب المئوية للبكتيريا المفرزة للأحماض الموجودة حول جذور النباتات المختلفة، وفي التربة البعيدة عن الجذور في المجتمعات النباتية المختلفة

جدول رقم (٧)

أعداد البكتيريا المذيبة لفوسفات الكالسيوم في كل جرام من التربة المحيطة بجذور النباتات (ج)، وفي كل جرام من التربة البعيدة عن تأثير الجذور (ت)، وذلك في شهري مايو وأكتوبر من عام ١٩٧٣، وشهر مارس ١٩٧٤، ويوضح الجدول نسب البكتيريا المذيبة لفوسفات الكالسيوم الموجودة حول الجذور إلى تلك الموجودة في التربة البعيدة عن تأثير الجذور (ج/ت).

المجتمع النباتي		الأعداد الكلية الحية × ١٠^٣ لكل جرام تربة في الشهور المختلفة		
		مايو ١٩٧٣	أكتوبر ١٩٧٣	مارس ١٩٧٤
نبات ثليث Halocnemon	(ج)	٠٠,٠٠	٠٠,٠٠	٨,٤ ± ١,٩
	(ت)	٠٠,٥٢ ± ٠,٠١	٠٠,٠٠	٠٠,٠٠
	(ج/ت)	—	—	—
نبات طرفه Tanarix	(ج)	٠٠,٠٠	٠٠,٠٠	٠٠,٠٠
	(ت)	٠٠,١٤ ± ٠,٠٠٤	٠٠,٠٠	٠,٠١ ± ٠,٠٠٤
	(ج/ت)	—	—	—
نبات الهرم Zygophyllum	(ج)	٢,٣ ± ٠,٨	٠٠,١٠ ± ٠,٠٤	٠٠,٠٠
	(ت)	٠٠,٠٠	٠٠,٠٠	٠,٠٠٢ ± ٠,٠٠
	(ج/ت)	—	—	—





(شكل ٢٣)

يبين النسب المئوية للبكتيريا المذيبة لفوسفات الكالسيوم الموجودة حول جذور النباتات المختلفة، وفي التربة البعيدة عن الجذور في المجتمعات النباتية المختلفة

المحتوى البكتيري للسهل الصحراوي في الكويت

اختيرت ثلاث مناطق، تمثل السهل الصحراوي في صحراء الكويت، وهذه المجتمعات تمثلت في مجتمع نبات ثندى، ومجتمع نبات العرفج، ثم مجتمع نبات العليق، وقد جمعت العينات من التربة الملاصقة للجذور (المنطقة الجذرية)، ومن التربة البعيدة عن تأثير الجذور (على بعد حوالي متر من الجذور)، ومن النتائج المدونة في جدول (٨) والموضحة في شكل رقم (٢٤) يتضح أن المحتوى البكتيري يختلف من مجتمع إلى مجتمع، على حسب إختلاف الفصول، وإختلاف النبات السائد، ففي فصل الشتاء يكون المحتوى البكتيري حول الجذور أكثر منه في الصيف. أما في التربة البعيدة عن تأثير الجذور، فأنه يحدث العكس حيث تكون التركيزات البكتيرية في الصيف أكثر منها في الشتاء. وكان أعلى تركيز أمكن الحصول عليه من التربة هو ٧٨ × ١٠^{٤}/جم من تربة مجتمع نبات ثندى خلال الصيف. أما أعلى تركيز أمكن الحصول عليه من المناطق الجذرية فكان من حول جذور نبات العليق ١٧٢٦٧ × ١٠^{٤}/جم تربة خلال الشتاء. يلي ذلك نبات العرفج. أما في مجتمع نبات ثندى، فإنه لا توجد فروق كثيرة للمحتوى البكتيري لمنطقة الجذر شتاء وصيفا.

وتدل النتائج أيضا على أن المحتوى البكتيري للمناطق الجذرية في المجتمعات الثلاثة كان أعلى بكثير منه في التربة البعيدة عن الجذور، وبخاصة خلال فصل الشتاء، وقد وصلت النسبة (ج/ت) في مجتمع نبات العرفج إلى ١٠٨١,١ في فصل الشتاء، يليه منطقة العليق ٩٥٩,٣ . وهذا إن دل على شيء فإنما يدل على أنشطة هذه الجذور خلال هذا الفصل، مما ينعكس على توافر البكتيريا، وتكاثرها حول هذه الجذور.

وعند مقارنة المحتوى البكتيري للمجتمعات النباتية، التي تعيش في

السهل الصحراوي، والتي تعيش في المستنقعات الملحية، نجد أن المحتوى البكتيري في تربة السهل الصحراوي، وحول جذور النباتات التي تعيش في هذه السهل أكثر من تلك المتوافرة في التربة وحول جذور نباتات المستنقعات الملحية. وقد تراوحت التركيزات البكتيرية حول جذور النباتات في السهل الصحراوي من ٢٤١٦ ـ ١٧٢٦٧ × ١٠^٤/جم تربة، وفي التربة من ٧,٢ ـ ٧٨,١ × ١٠^٤/جم تربة. على حين أن التركيزات المقابلة في المستنقعات الملحية كانت ٤,٥ ـ ١١٩٦ × ١٠^٤/جم تربة حول الجذور و٠,٠٥ ـ ٤,٣ × ١٠^٤/جم تربة، في التربة البعيدة عن الجذور .

وعند تعيين التركيزات المختلفة للبكتيريا المحللة للسيليوز جدول رقم (٩) نجد أن مجتمع نبات ثندى يحتوي على أعلى التركيزات، سواء حول الجذور أو في التربة البعيدة عن الجذور. وتعد جذور نبات العليق، إذا ما قورنت بجذور نبات ثندى والعرفج، أفقر الجذور في محتواها من محللات السيليلوز .

أما نتائج البكتيريا المذيبة لكربونات الكالسيوم جدول رقم (١٠)، فتدل على أن جذور نبات العرفج يحتوي على أعلى التركيزات ٤٧٠,٦ × ١٠^٤/جم تربة، يلي ذلك نبات العليق. أما تربة مجتمع ثندى، عند مقارنتها بالتربة في مجتمع العرفج والعليق، فقد احتوت على أعلى تركيز من مذيبات كربونات الكالسيوم ١١,٦ × ٦٠^٤/جم تربة .

إذا حسبت النسبة المئوية لمحللات السيليلوز في المجتمعات الثلاثة. نجد أنه على الرغم من أن الأعداد حول الجذور أكثر منها في التربة، إلا أن نسبة هذه الكائنات في التربة أعلى من نسبتها حول جذور النباتات المختلفة، وقد كانت النسبة في التربة بين ١٤,٩ ـ ٢٥,٤ ٪، أما حول الجذور، فإن النسب تراوحت بين ٦,٦ ـ ١٧,٩ ٪ .

وتدل نتائج البكتيريا المذيبة لفوسفات الكالسيوم جدول رقم (١١) على أن جذور نبات العرفج، إذا ما قورنت بجذور نبات ثندى والعليق، تحتوي على أعلى تركيزات من هذه الكائنات الدقيقة ٦٢٧ × ١٠٤/جم تربة. وتجدر الإشارة هنا إلى أنه على الرغم من أن جذور نباتات السهل الصحراوي تحتوي على تركيزات من هذه المجموعة البكتيرية أعلى من جذور المستنقعات الملحية، إلا أنه لا يوجد فروق كبيرة بين التركيزات التي سجلت من كل من التربة في السهل الصحراوي والتربة في المستنقعات الملحية .

وقد تم عزل وتنقية ٨٠ مزرعة من البكتيريا المحللة للسيليلوز من مجتمع نبات ثندى، وقد كانت كلها من مجموعة البكتيريا الخيطية المتفرعة المسماه اكتينوميسيت وقد أمكن دراسة قدرة هذا العدد على تحليل مادة السيليلوز في مزرعة غذائية سائلة، وقد وجد أن ١٦ مزرعة من هذه المزارع لها قدرة عالية على النمو في هذا الوسط الغذائي. وعند تعيين كمية النيتروجين المتكونة من خلايا هذه المزارع (جدول ١٢) تبين أن هناك، أربع مزارع تراوحت كمية النيتروجين المتكونة في خلاياها ما بين ٦,٨ ـ ١٢,١ ملجم لكل ١٠٠سم٣ من الوسط الغذائي .

وعند تعريف هذه المزارع تبين أن ١٥ مزرعة تتبع الجنس ستربتوميسيس، ومزرعة واحدة تتبع الجنس نوكارديا، شكل رقم (٢٥ ـ ١، ٢). وقد أمكن تقسيم المجموعة الأولى على حسب لون الخيوط الهوائية التي تنتجها إلى مجموعتين :

المجموعة الأولى : وتشمل ١٠ مزارع تميزت باللون الرمادي، (وتحتوي هذه المجموعة على مزارع قوية في تحليل السيللوز).

المجموعة الثانية : وتشمل ٥ مزارع تميزت باللون الأحمر .

وقد تميزت الخمس عشرة مزرعة بتكـوين سلاسـل جرثـومية، ذات أسطح ملساء شكل رقم (٢٥).

وعند دراسة البكتيريا التي تستطيع النمو على أوساط غذائية خالية من النيتروجين تبين (جدول ١٣) أن هناك ثلاث مجموعات من تلك البكتيريا، تتوافر في السهل الصحراوي .

المجموعة الأولى : تتميز بتكوين مستعمرات بكتيرية، ذات لون بنى على أصفر باهت، وذات قوام هلامي. وعند صبغها بصبغة جرام تبين أنها خلايا كروية سالبة لصبغة جرام، وتحتوي كل خلية على علبة هلامية، وتدل هذه الصفات على أن هذه المستعمرات يمكن أن تكون مستعمرات لبكتيريا الأزوتوبكتر. والمعروف أن هذه المجموعة من البكتيريا لها القدرة على تثبيت النيتروجين الجوي في التربة، وبذلك فإن التربة التي تحتوي على تـركيزات عالية من هذه البكتيريا تعد خصبة ويمكن زراعتها .

المجموعة الثانية : تميزت بتكوين مستعمرات صغيرة شفـافة، وعنـد صبغها تبين أنها عصويات صغيرة، سالبة لصبغة جرام، وقد كـانت هذه المستعمرات أكثر المجاميع الثلاثة .

المجموعة الثالثة : بكتيريا الأكتينـوميسيت التي تتميز بتكـوين خيوط متفرعة ومتشابكة، وجميـع أفراد هـذه المجموعـة ذات المجموعـة الرمـادية اللون .

وت [illegible] ن النتائج (جدول ١٣) أن مجموعة الأزوتوبكتر توافرت فقط حول جذور النباتات، ولم يمكن تسجيلها من عينات التربة البعيدة عن تأثير الجذور. وقد وجد باحثون آخرون أنواع من البكتيريا المثبتة للنيتروجين في صحراء مراكش (ساسون ١٩٦٧)، وفي صحراء المملكة العربية السعودية

(علوان وآخرون ١٩٦٩)، أما دياب والغنيم (١٩٨٢) فقد وجدا أن تركيز البكتيريا التي تنمو على وسط غذائي خال من النيتروجين أقـل انتشارا في المستنقعات الملحية عنه في السهل الصحراوي .

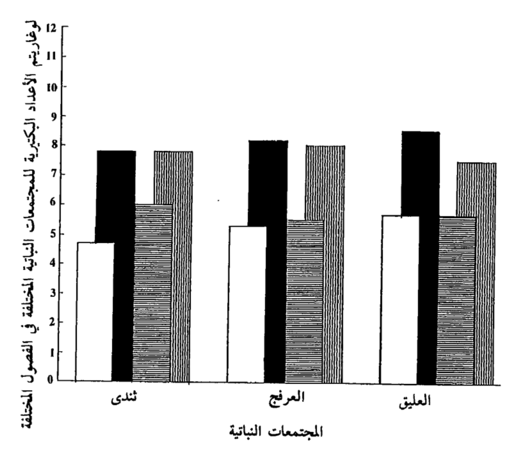
وعند الرجوع إلى نتائج التحاليل الميكانيكية والكيميائية لعينات التربة التي تم دراستها (جدول ١٤)، يتبين أن التربة في المناطق التي درست تتميز بقوام رملي ذات الرقم الهيدروجيني (pH) يـتراوح بين ٨,٢ ـ ٨,٤، أمـا الرطوبة النسبية وقت جمع العينات من هذه المناطق الثلاثة، فقد كانت مابين ٤,٥ ٪ في تربة مجتمع ثندى، و ٨,٢ ٪ في تربة مجتمع نبات العليق. أما محتوى التربة من المادة العضوية في هذه المناطق، فقد تراوحت بين ٠,٩ ٪ إلى ١,٢ ٪ على حين أن الأملاح الذائبة لم تتجاوز ٠,٠٧ ٪ .

جدول رقم (٨)

الأعداد الكلية للبكتيريا الحية في كل جرام واحد من التربة الملاصقة لجذور النباتات ومن التربة البعيدة عن جذور النباتات، وذلك خلال صيف ١٩٧٩ - ويوضح الجدول نسبة الأعداد الكلية حول الجذور إلى الأعداد الكلية في التربة البعيدة عن الجذور (ج/ت)

المجتمع النباتي	الأعداد الكلية × ١٠^٤ لكل جرام من التربة			
		المنطقة الجذرية (ج)	التربة البعيدة عن تأثير الجذور (ت)	ج/ت
١ - نبات ثندى **Cyperus conglumeratus**	صيف شتاء	٢٤١٦ ± ٨٣,٤ ٢٦٠٠ ± ٧٢,١	٧٨,١ ± ٧,٠ ٧,٢ ± ٠,٨	 ٣٦١
٢ - نبات العرفج **Rhanterian epapposum**	صيف شتاء	٧١٢٦ ± ٦٨ ١٤٠٥٤ ± ١٢٠,٦	٢٢,٤ ± ٠,١ ١٣,٠ ± ١,٠	٣١٨,١ ١٠٨١,١
٣ - نبات العليق **Convolvulus oxyphyllous**	صيف شتاء	١٥١٥ ± ٤٦,٢ ١٧٢٦٧ ± ٢٤٠,٤	٤٨ ± ٥,٤ ١٨ ± ١,٨	٣١,٦ ٩٥٩,٣

- لوغاريتم الأعداد البكتيرية في المنطقة الجذرية خلال فصل الصيف .
- لوغاريتم الأعداد البكتيرية في المنطقة الجذرية خلال فصل الشتاء .
- لوغاريتم الأعداد البكتيرية في التربة البعيدة عن الجذور خلال فصل الصيف .
- لوغاريتم الأعداد البكتيرية في التربة البعيدة عن الجذور خلال فصل الشتاء .



(شكل ٢٤)

يبين لوغاريتم الأعداد البكتيرية الموجودة حول جذور النباتات المختلفة، وفي التربة البعيدة عن الجذور في المجتمعات النباتية المختلفة في فصول السنة المختلفة .

(١ - ١٢ شهور السنة)

جدول رقم (٩)

أعـداد البكتيريـا المحللة للسيليلوز في كل جـرام واحد من الـتربـة الملاصقة للجـذور، ومن الـتربـة البعيـدة عن تـأثـير الجـذور، وذلـك خـلال صيف ١٩٧٩، ويوضح الجدول نسب تركيزات هذه الأنواع من البكتيريا حول الجذور إلى تلك البعيدة عن تأثير الجذور (ج/ت) .

المجتمع النباتي	أعداد البكتيريا المحللة للسيليلوز × ١٠^٤		
	المنطقة الجذرية (ج)	التربة البعيدة عن الجذور (ت)	ج/ت
١ - نبات ثندى **Cyperus conglumeratus**	١٤٨٦,٠ ± ٤٠,٩٠	٤٠,٢ ± ٢,٢	٣٧
٢ - نبات العرفج **Rhanteriam epapposum**	١٣٩٥,٠ ± ٥٠,٠	٢١,٠ ± ٧,٥	٦٦,٤
٣ - نبات العليق **Convlvulus oxphyllous**	٢٦٤,٠ ± ٦,٨	٢٩,٠ ± ٤,٠	٩,١

جدول رقم (١٠)

أعداد البكتيريا المذيبة لكربونات كالسيوم × ١٠^٤ في كل جرام من التربة الملاصقة للجذور (ج)، ومن التربة البعيدة عن تأثير الجذور (ت)، خلال صيف ١٩٧٩، ويوضح الجدول النسبة المئوية للبكتيريا المذيبة لكربونات الكالسيوم، منسوبة إلى الأعداد الكلية النامية على الوسط الغذائي المحتوي على كربونات الكالسيوم. كما يوضح الجدول أعداد البكتيريا المذيبة لكربونات الكالسيوم حول جذور النباتات المختلفة، منسوبة إلى البكتيريا المذيبة لكربونات الكالسيوم في التربة البعيدة عن الجذور (ج/ت).

المجتمع النباتي	المنطقة الجذرية (ج)		التربة البعيدة (ت)		ج/ت	
	الأعداد × ١٠^٤	(٪)	الأعداد × ١٠^٤	(٪)		
١ ـ نبات ثندى **Cyperus conglumeratus**	٢٠٨,٤ ± ٤١,٦	٨,٦	١١,٦ ± ٠,٥	١٤,٩	١٨	
٢ ـ نبات العرفج **Rhanteriam epapposum**	٤٧٠,٦ ± ٥٩,٠	٦,٦	٤,٤ ± ٠,١	١٩,٦	١٠٧	
٣ ـ نبات العليق **Convolvulus oxyphyllous**	٣١٦,٥ ± ٤٢,٨	١٧,٩	٨,١ ± ١,٢	٢٥,٤	٣٩,١	

جدول رقم (١١)

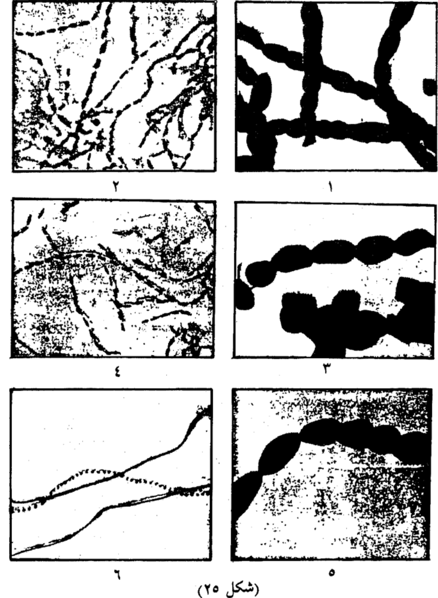
أعداد البكتيريا المذيبة لفوسفات الكالسيوم في كل جرام من التربة الملاصقة للجذور (ج)، ومن التربة البعيدة عن تأثير الجذور (ت)، خلال صيف ١٩٧٩. ويوضح الجدول النسبة المئوية للبكتيريا المذيبة للفوسفات منسوبة إلى البكتيريا الكلية النامية على الوسط الغذائي المحتوي على فوسفات الكالسيوم - كما يبين الجدول العلاقة (ج/ت)

المجتمع النباتي	المنطقة الجذرية (ج)		التربة البعيدة (ت)		ج/ت
	الأعداد × ١٠^٤	(٪)	الأعداد × ١٠^٤	(٪)	
١ - نبات ثندي **Cyperus conglumeratus**	٤,٢ ±٢٠,٨	٤,١	٠,٢ ±٢,١	١٠,٢	١٠
٢ - نبات العرفج **Rhanteriam epapposum**	١٣,٨ ±٦٢,٧	١٥,٨	٠,٢ ±١,٣	١٣,٤	٤٨,٢
٣ - نبات العليق **Convolvulus oxyphyllos**	١٠,٩ ±٢٤,١	٢٢,٥	٠,٠٨ ±٠,٦	٧,١	٤٠,٢

جدول رقم (١٢)

يبين المحتوى النيتروجيني لخلايا عدد ١٦ مزرعة من مزارع الاكتينوميسيت.

رقم المزرعة	كمية النيتروجين (ملجم لكل ١٠٠سم^{3} مزرعة)	رقم المزرعة	كمية النيتروجين (ملجم لكل ١٠٠سم^{3} مزروعة)
١	٥,٣ ± ٠,١	٩	٨,٤ ± ٠,١
٢	٦,٨ ± ٠,٨	١٠	٢,١ ± ٠,٥
٣	٤,١ ± ٠,١	١١	١٢,١ ± ٠,٢
٤	٤,٠ ± ٠,٣	١٢	٢,٨ ± ٠,٢
٥	٣,٦ ± ٠,٢	١٣	١,٥ ± ٠,٢
٦	٥,٣ ± ٠,٢	١٤	٢,٧ ± ٠,١
٧	٧,٤ ± ٠,٣	١٥	٢,٨ ± ٠,١
٨	٤,٩ ± ٠,١	١٦	٢,٨ ± ٠,١



(شكل ٢٥)

١ - صورة بمجهر الألكترون لنوع من الجنس نوكارديا المعزول من البيئة الكويتية ، وتبين تفتت الخيوط البكتيرية .

٢ - صورة مجهرية للنوع السابق نفسه تبين خيوط متفتتة .

٣، ٥ - صورتين بمجهر الألكترون لسلاسل جرثومية ذات أسطح ملساء لنوعين من الجنس ستربتوميسس المعزول من البيئة الكويتية .

٤، ٦ - صورتين مجهريتين للنوعين السابقين وتبينان سلاسل جرثومية مستقيمة .

جدول رقم (١٣)

أعداد البكتيريا الكلية (TB) النامية على الوسط الغـذائي الخالي من النيـتروجـين، ويبـين الجـدول أعـدادَ الأزوتـوبكـتر (Z)،وأعـداد بكتـيريـا الأكتينوميسيت (A).

(البكتيريا الكلية تضم بكتيريـا الأزوتوبكـتر وبكتيريـا الأكتينوميسيت والبكتيريا الأخرى).

المجتمع النباتي		الأعداد × ١٠ ^{٣} لكل جرام من التربة الجافة		ج/ت
		المنطقة الجذرية (ج)	التربة البعيدة عن الجذور (ت)	
١ ـ نبات ثندى Cyperus conglumeratus	A	١٣٠,٦ ± ١٠,٠	١٩,٣ ± ٠,١	٦,٨
	Z	٢,٦ ± ٠,٤	٠٠,٠	—
	TB	١٩٤,٤ ± ٥٨,١	٦٧,١ ± ٤,٧	٢,٩
	% A	٦٧,٢	٢٨,٨	—
٢ ـ نبات العرفج Rhanteriam epapposum	A	٢٧,٤ ± ٢,٠	١٠,١ ± ١,٠	٢,٧
	Z	٣,٩ ± ١,٩	٠,٠	—
	TB	٣٩٨,٠ ± ٤٠,٩	٢٨,٢ ± ١,٦	١٤,١
	% A	٦,٩	٣٥,٨	—
٣ ـ نبات العليق Convolvulus oxyphyllous	A	٣٤,٣ ± ٥,٧	١٦,٩ ± ٠,٥	٢,٠
	Z	١,٨ ± ٠,٦	٠,٠	—
	TB	٥٤٠,٠ ± ٢٨,٦	٥٨,٣ ± ٠,٥	٩,٣
	% A	٦,٤	٢٨,٩	—

جدول رقم (١٤)

التحليل الميكانيكي والتحليل الكيميائي لعينات التربة في المجتمعات النباتية المختلفة

التحليل الميكانيكي (مم)

المجتمع النباتي	< ٢٪ mm	٢-٥ر٠٪	٥ر٠-٢ر٠٪	> ٢ر٠٪
١ ـ نبات ثندى	٩ mm	٣٥	٤٠	١٦
٢ ـ نبات العرفج	٤ mm	٢٠	٢٦	٥٠
٣ ـ نبات العليق	٩ mm	٣١	٥٠	١٠

التحليل الكيميائي

المجتمع النباتي	P_H	الدوبال ٪	كلوريد ٪	أملاح ذائبة ٪	رطوبة٪	السعة المائية
١ ـ نبات ثندى	٨ر٤	٩ر٠	٠١ر٠	٠٤ر٠	٥ر٤	٢ر٠
٢ ـ نبات العرفج	٨ر٣	٩ر٠	٠١ر٠	٠٤ر٠	٧ر٩	٢ر٠
٣ ـ نبات العليق	٨ر٢	٢ر١	٠١ر٠	٠٧ر٠	٨ر٢	٣ر٠

الكائنات الدقيقة التي تحلل زيت البترول في التربة الكويتية

تتميز التربة في أي مكان بالعالم بوجود تنوع مختلف في مكوناتها، فهي عبارة عن خليط متداخل، من المواد الصلبة، والمواد السائلة والغازية. كما ان التربة، بمقارنتها بالبيئة البحرية، نجد أنها تختلف عنها في صفاتها الفيزيائية والكيميائية.

وعندما تتلوث التربة بالملوثات النفطية المختلفة تتأثر المجتمعات النباتية والمجتمعات الحيوانية التي تعيش في هذه البيئة الملوثة ويأتي التأثير على النبات عن طريق إذابة المركبات الدهنية التي في الغشاء البلازمي لخلايا النبات، ويقوم بعملية الاذابة المركبات الهيدروكربونية ذات درجات الغليان المنخفضة والموجودة في الملوثات النفطية. ولكن قد لايحدث ذلك إذا كانت التربة جيدة الصرف، وجيدة التهوية حيث تتم عملية تبخير للمركبات الهيدروكربونية. ولكن قد تموت النباتات بطريقة اخرى غير التسمم، حيث تقوم الملوثات النفطية بعمل طبقة على سطح التربة تمنع التبادل الغازي فتنعدم التهوية في التربة، وينعدم الأكسيجين داخل التربة حيث يتم استهلاك الموجود منه بواسطة البكتيريا التي تحلّل الملوثات النفطية. وبهذه الظروف تتهيأ ظروف لا هوائية مناسبة لنمو كائنات دقيقة أخرى تنشط وتتكاثر وقد تنتج مواداً سامة مثل كبريتيد الهيدروجين، كما أن الجذور النباتية تقوم بعملية تنافس فيما بينها للحصول على المواد الغذائية والأكسجين، وهذا بدوره أيضاً يؤثر على نمو النبات.

ولكن عندما تتم عملية تحلل المركبات النفطية بكاملها، تزول التأثيرات الضارة للتربة، وتعود التربة إلى حالتها الطبيعية. وإضافة إلى ذلك قد يحدث تحسن لصفات التربة، حيث ثبت أن إضافة كميات محدودة من النفايات النفطية (بين ١ ـ ٥٪) للطبقة السطحية من التربة لاتحدث تأثيراً

كبيراً على التربة، على عكس فيها إذا كان التلوث بكميات كبيرة من المواد النفطية. كما أن إضافة أقل من ١٪ من النفايات النفطية قد يحدث تنشيطاً للكساء الخضري ويزيد من انتاج المحاصيل (Overcash & Pal. 1978) ويرجع ذلك إلى زيادة المواد العضوية والمواد النيتروجينية بعد عملية التحلل البيولوجية.

والنباتات تتأثر بالتلوث النفطي حسب حجمها، فمثلا النباتات العشبية تتأثر بسرعة (Dejong, 1980)، بينما الأشجار والشجيرات لاتتأثر إلا بعد عدة شهور من حدوث التلوث.

ومثال لذلك هو تلوث مساحة ١,٥ هكتار من مزرعة في نيوجرسي في شتاء ١٩٧٩، مزروعة بالقمح بحوالي ١,٩ مليون لتر من الكيروسين. حيث قضى التلوث قضاءً تاماً على النبات. ولكن بعد معالجة التربة عن طريق التهوية والصرف الجيد وإضافة المواد المغذية التي تنشط الكائنات الدقيقة بالتربة. أمكن زراعة المزرعة مرة ثانية، وذلك بعد مرور ١٠ شهور فقط من بدء التلوث، وبعد أن تم شفاء التربة.

ولو لم تتم المعالجة عن طريق التهوية والصرف الجيد واضافة المغذيات لتنشيط البكتيريا المحللة للملوثات النفطية، لاستغرق شفاء التربة وإمكانية زراعتها مرة أخرى حوالي ١٠ سنوات، إذ أن الظروف الطبيعية أو المعالجة الفيزيائية هي التي ستقوم بالتخلص من تلك الملوثات.

ولعودة التربة إلى ما كانت عليه قبل التلوث، أو ما يطلق عليها «شفاء التربة» من التلوث، فإن الظروف البيئية المختلفة من حرارة ورطوبة وكذلك المحتوى الغذائي تلعب دوراً مهماً في عملية الشفاء. فمثلاً في المناطق النفطية حيث درجات الحرارة المنخفضة وفقر التربة بالمواد الغذائية نجد أن

الملوثات النفطية تبقى مدة طويلة في التربة دون تحلل؛ وبطبيعة الحال ينعكس هذا على الكساء الخضري.

أما في المناطق المعتدلة، فنجد أن الملوثات النفطية تتحلل بسرعة ويكون شفاء التربة سريعاً، ويعود الكساء الخضري إلى طبيعته، كما أنه يكون من الممكن زراعة المنطقة التي كانت ملوثة بالنفط في فترة أقصر بكثير من المناطق الباردة.

وقد قام الباحث Giddeus (1976) بدراسة تأثير زيوت الآلات المستعملة في التربة والمحاصيل الزراعية، التي تزرع فيها وعند إضافة ٣١١١١ لتر من هذه الزيوت لكل هكتار من التربة، لم يؤثر هذا في زراعة القطن والفول السوداني وفول الصويا والقمح، وكانت زراعة هذه المحاصيل ناجحة.

وفي سنة ١٩٨٢ قام الباحث Watts، ومساعدوه بخلط ٢١ لتر/متر مربع من الزيت في الطبقة السطحية للتربة، وبعمق ١٥سم. وقد لاحظوا أنه لا يوجد تسرب يذكر من هذه الزيوت إلى الطبقات السفلى من التربة، ولكن تناقصت الزيوت تدريجيا بسبب تحللها البيولوجي في التربة. وبعد سنة أمكن تحديد أنشطة الكائنات الدقيقة في التربة، فقد وصلت إلى أضعاف تلك الموجودة في تربة غير معاملة بالزيت، ووجدوا أيضاً أن هناك بعض أنواع من النباتات قد تأثرت بهذه الزيوت، وأنواعاً أخرى لم يطرأ عليها أي تأثير.

وعندما يتسرب زيت البترول، أو المواد البترولية المختلفة إلى التربة، فإن هذه المواد تتعرض لعمليات التحلل البيولوجي، وعمليات التحلل غير البيولوجية (اللاحياتية). وتشمل عمليات التحلل اللاحياتية الأكسدة الذاتية. والمراجع في هذا المضمار ينقصها التقارير المفصلة عن عمليات

التحللات اللاحياتية في التربة، إذ إن التغيرات اللاحياتية في التربة إذا ما قورنت بالبيئة البحرية تكون أبطأ بكثير، حيث إن الزيوت النفطية عندما تتسرب إلى البيئة البحرية، فإنها تنتشر فوق سطح الماء على هيئة طبقات زيتية رقيقة، تنتشر في مساحات كبيرة. وهذا يزيد السطح المعرض لأشعة الشمس، ويزيد بذلك عمليات التبخر والأكسدة الضوئية. . أما في التربة، فإن الإنتشار السطحي للزيوت النفطية يكون قليلا، وهذا يقلل من عملية التبخير والأكسدة الضوئية (شكل ٢٦) .

وعندما تتحلل المواد النفطية في التربة تحللا بيولوجيا كاملا في وجود الأكسيجين فإنها تتحول إلى ثاني أكسيد الكربون وماء، ومركبات مهمة تدخل في بناء خلايا الكائنات الدقيقة المسؤولة عن هذه التحللات. أما في وجود كميات قليلة من الأكسيجين الجوي، فإن التحلل البيولوجي لهذه الملوثات يكون جزئيا، ويتكون نتيجة لذلك أحماض دهنية ومواد فينولية .

وسرعة التحلل البيولوجي للنفايات في التربة تحدد الزمن اللازم لشفاء التربة من هذه الملوثات، وعودتها إلى حالتها الطبيعية، فكلما زادت سرعة التحلل البيولوجي لهذه الملوثات قل الزمن اللازم لشفاء التربة منها. وسرعة التحلل البيولوجي للملوثات النفطية في التربة تحدد أيضا كيفية إضافة النفايات النفطية، والوحل النفطي إلى التربة وقدرة إستيعابها لهذه النفايات للتخلص منها .

وقد قدر أحد الباحثين (Kinconnon, 1972) سرعة التحلل البيولوجي لزيت البترول في التربة، فوجد أن الكميات التي يمكن أن تتحلل في شهر واحد من زيت الوقود، تقدر بحوالي ٨,٣ متر مكعب، لكل ٤ × ١٠^{٣} متر مربع من التربة .

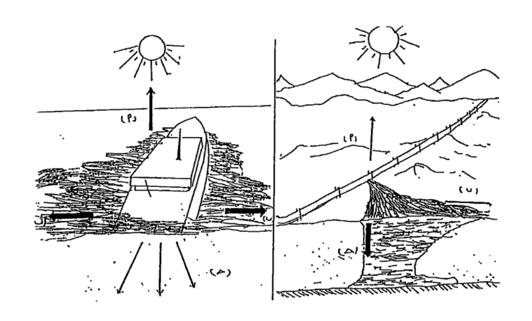
أما الباحثان (Francke & Clark, 1974)، فقد قاما بحساب كمية

الزيوت المتحللة بيولوجيا في التربة، بما يساوي ١١,٩ متر مكعب لكل ٤ × ١٠³ متر مربع من التربة يدخل في ذلك حساب أن ٤٠ ٪ من الزيوت النفطية المضافة إلى التربة. قد تحللت بيولوجيا خلال ثلاثة شهور.

ونتيجة للحوادث المختلفة لناقلات النفط، وانفجار الأنابيب التي تنقل زيت البترول، أجري في كثير من الأقطار عدد من الدراسات عن التحلل البيولوجي للملوثات النفطية، وكذلك للنفايات النفطية المختلفة. وقد أجمع عدد من الباحثين أمثال (Frandes Clark 1974, Kinconon) على أن معالجة التلوثات النفطية المختلفة عن طريق البكتيريا، أو ما يسمى بالتحلل البيولوجي، تعد طريقة عملية ومقبولة، وقامت كثير من المعالجات لتربة ملوثة في أماكن متفرقة من العالم أثبتت نجاح هذه الطريقة. كما أن تلك الدراسات أكدت على تأثير الملوثات النفطية على كائنات التربة الدقيقة وعلى طبيعة التربة والكساء الخضري، وكذلك تأثير إضافة المواد الغذائية اللازمة للكائنات الدقيقة في سرعة التحلل البيولوجي للملوثات النفطية.

أما المناطق المنتجة لزيت البترول والمجاورة لمستودعات التخزين في الأراضي الكويتية، فإنها لم تتعرض لدراسات عن التحلل البيولوجي لزيت البترول علماً بأن التربة في تلك المناطق معرضة دائماً للتلوث سواء عن طريق الحوادث أو أن يكون التلوث ناتجاً عن عمليات الحفر. لذلك قام المؤلفان بدراسات مبدئية لمعرفة محتوى التربة الكويتية من الكائنات الدقيقة التي لها مقدرة في عمليات تحليل زيت البترول.

وتتلخص الدراسة في تحديد خمس مناطق من الكويت تمثل مناطق معرضة للتلوث النفطي، ومناطق بعيدة عن مراكز التلوث. وتلك المناطق هي: الأحمدي، أم الهيمان، المقوع، الدوحة، الجهراء. حيث أخذت عينات تربة من تلك المناطق وأجريت عليها الدراسات اللازمة لمعرفة محتوى التربة



شكل رقم (٢٦)

(١) تسرب النفط إلى البيئة البحرية عن طريق حوادث غرق شاحنات النفط .

(٢) تسرب النفط إلى التربة عن طريق حوادث انفجار أنابيب البترول .

وتبين الأسهم عملية تبخر المواد الهيدروكربونية والأكسدة الضوئية (أ)، الانتشار السطحي (ب) ثم الإنتشار تحت سطح التربة (ج)، ويتناسب حجم السهم مع حجم كل من هذه العوامل السابقة .

المرجع : Bartha, R. 1986. Biotechnology of Pellutantas Biodegradation. Microbiol Ecology 12, 155.

من كل موقع من الكائنات الدقيقة التي تحلل زيت البترول، ولأهمية منطقة الأحمدي من حيث تعرضها لعمليات التلوث تم جمع أربع عينات مختلفة (١ ـ ٤)، تختلف في كميات التلوث، وكان جمع تلك العينات من الطبقة السطحية للتربة.

وعند تحليل التربة لمعرفة كمية الملوثات النفطية، وجد أن أعلى نسبة تلوث كانت في التربة رقم (١) حيث بلغت ٣,٧٪ أما بقية العينات فكانت تختلف في نسبة التلوث حيث كانت في التربة البعيدة عن منطقة التلوث لاتتجاوز ٠,٠٢٪.

ومن نتائج التحاليل الكيميائية تبين أن التربة رقم (٥) التي جمعت من منطقة أم الهيمان والتربة رقم (٩) التي جمعت من منطقة الجهراء، قد تميزتا عن العينات الأخرى بمحتوى عالٍ من الكلور Cl_2، والكالسيوم Ca، والماغنيسيوم Mg والفسفور P. وهذا يدل على أن هذه العينات تعد عينات من المستنقعات الملحية.

وقد دلت النتائج التي أخذت لمعرفة تركيزات البكتيريا المحللة لزيت البترول (جدول ١٥، شكل ٢٧) على أن عينة التربة رقم (١) وهي الأكثر تلوثاً بزيت البترول تحتوي على أعلى نسبة من البكتيريا التي لها القدرة على التحليل البيولوجي لزيت البترول (٣,١٪)، بينما نجد هذه النسبة أقل بكثير في المناطق البعيدة عن التلوث، وهذا يؤكد ما ذكره كثير من الباحثين حول هذا الموضوع بأن البكتيريا المحللة لزيت البترول تزداد بزيادة التلوث النفطي وتقل إلى درجة كبيرة (٠,١٪) في المناطق التي لاتحتوي تربتها على زيوت أو ملوثات نفطية.

وفي أثناء تلك الدراسة تم عزل ٧٥ مزرعة بكتيرية لها القدرة على النمو في وجود زيت البترول، وذلك من المناطق المختلفة، وقد أظهرت نتائج

الفحص الميكرسكوبي أن هذه المعزولات تتبع المجاميع البكتيرية التالية:

* بكتيريا عصوية موجبة لصبغة جرام (٦٩,٣ ٪).
* بكتيريا عصوية سالبة لصبغة جرام (٢٢,٧ ٪).
* بكتيريا عصوية متغيرة لصبغة جرام (٦,٧ ٪).
* بكتيريا كروية موجبة لصبغة جرام (١,٣ ٪).

كذلك درس المؤلفان إضافة معلق «Suspension» من كل تربة، يحتوي على خليط من الكائنات الدقيقة، إلى ماء البحر المضاف إليه وزن معلوم من زيت البترول الكويتي الخام كمصدر وحيد للطاقة، وإضافة مركبات النيتروجين والفسفور، وحضنت هذه المزارع عند درجة ٣٠ درجة مئوية في هزاز يدور بواقع ٢٠٠ لفة بالدقيقة لمدة ٢١ يوماً. ثم بعد ذلك استخلصت كمية الزيت المتبقية بواسطة الكلوروفورم، وحسبت كمية الزيت المتحللة بواسطة الكائنات الدقيقة التي بالتربة. وقد تبين ان نسبة زيت البترول التي تحللت في المزارع التي أضيفت لها تربة من منطقة الأحمدي مابين ١٩,٨ و٢٤٪، أما العينات الأخرى فقد تراوحت نسبة التحلل فيها ما بين ١١,٧ و٢١,٧٪. جدول (١٦) وشكل (٢٨).

كما أنه تم تعيين نسب المركبات الهيدروكربونية المشبعة والمركبات الهيدروكربونية الآروماتية التي تحللت بفعل الكائنات الدقيقة التي كانت موجودة بالتربة، وذلك عن طريق إجراء التحاليل الكروماتوجرافية، بواسطة الأعمدة الكروماتوجرافية.

وقد أظهرت النتائج المدونة في جدول (١٧) وشكل (٢٩) أن نسبة المركبات الهيدروكربونية المشبعة، التي تحللت بيولوجيا في كل تربة، كانت أعلى بكثير من نسب المركبات الهيدروكربونية الأروماتية، التي تحللت تحت الظروف نفسها في كل تربة. وقد تفوقت الكائنات الدقيقة المتوفرة في

العينات الملوثة على مثيلاتها الموجودة في العينات غير الملوَّثة في سرعة نشاطها وتحليلها للمركبات الهيدروكربونية المختلفة، كما هو واضح من جدول رقم (١٧)، حيث تراوحت سرعة تحليل المركبات الهيدروكربونية المشبعة، والمركبات الأروماتية في المجموعة الأولى من التربة (٣١,٨ ـ ٥٠ ٪) للمركبات المشبعة، (١٣ ـ ١٨ ٪) للمركبات الأروماتية .

أما النسب المقابلة، في المجموعة الثانية من التربة، فإنها كانت (١٩,٢ ـ ٣١,٦ ٪) للمركبات المشبعة، (صفر ـ ٦,١ ٪) للمركبات الأروماتية .

كما أنه باستخدام أجهزة الكروماتوجرافيا الغازية Gas Chromatography (GC)لتحليل الألكانات العادية n. alkanes المتبقية بعد التحليل البيولوجي، ومقارنتها بالألكانات الموجودة أصلا في زيت البترول الخام الذي لم يتعرض للتحلل، دلت النتائج على أن عينات التربة التي جمعت من الأحمدي تحتوي على أنشط المجاميع البكتيرية التي تستطيع تحليل المركبات المشبعة وتتغذى عليها.

كما أن التربة رقم (٢) شكل (٣٠ ـ ب) والمأخوذة من منطقة الأحمدي تميزت باحتوائها على مجاميع من البكتيريا استطاعت أن تتغذى على كميات من المركبات النفطية حتى أنها تسببت في إزالة المركبات التي تحتوي على السلسلة الكربونية C_{13}، C_{14} ، C_{20}، C_{23}، ويلي هذه العينة العينات رقم (٥) ورقم (٣) على التوالي شكل (٣٠ ـ ج). أما المناطق الأخرى فقد كانت تحتوي على كائنات دقيقة أقل نشاطاً في عملية التحليل البيولوجي.

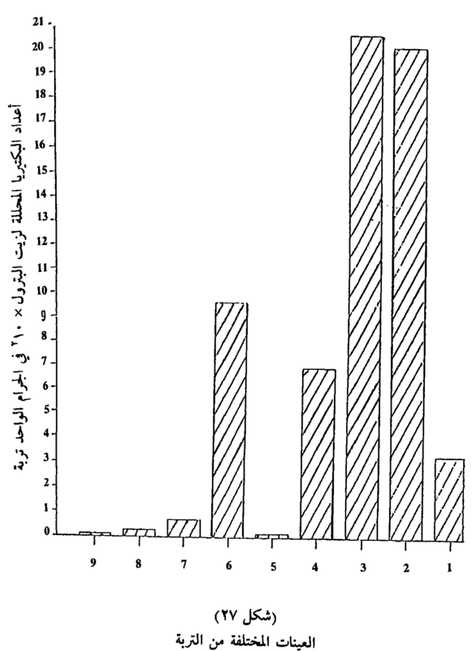
وعلى الرغم من أن هذا البحث يعد بحثا مبدئيا إلا أن النتائج تشير إلى أن التربة الكويتية تحتوي على الكائنات الدقيقة التي تستطيع تحليل زيت البترول تحت ظروف التلوث بالمواد النفطية والنفايات النفطية. وأن هذه

الكائنات تنشط وتزداد باختلاف التركيز، ويصبح لها أهمية كبيرة في تخليص التربة من المواد النفطية، وبذلك يمكن استغلال الكائنات الدقيقة التي تعيش في الصحراء الكويتية في التخلص من النفايات البترولية المختلفة، وذلك بعد دراسات أكثر عمقاً للبيئة ولتلك الكائنات.

جدول رقم (١٥)

التركيزات المختلفة للبكتيريا المحللة لزيت البترول (× ١٠^٢) في عينات مختلفة من تربة الكويت، ويبين الجدول أيضا الأعداد الكلية للبكتيريا (× ١٠^٤)

تربة رقم	أعداد البكتيريا الكلية في الجرام الواحد من التربة × ١٠^٤	أعداد البكتيريا المحللة لزيت البترول في الجرام الواحد × ١٠^٢	النسبة المئوية للبكتيريا المحللة لزيت البترول
١	٨,٨ ± ٠,٥	٢,٨ ± ٠,٥	٣,١
٢	٢٠٥,٦ ± ٠,٩	١٨,٥ ± ١,٦	٠,١
٣	٦١,٦ ± ١٠,١	١٨,١ ± ٢,٥	٠,٣
٤	٢٠,٧ ± ١,٠	٦,٥ ± ٠,٤	٠,٣
٥	٣٤,٨ ± ٢,٧	٠,١٢ ± ٠,٠٣	٠,٠٠٤
٦	١٨,٩ ± ٢,٢	٨,٦ ± ١,٠	٠,٥
٧	٧٤,٢ ± ٠,٢	٠,٦ ± ٠,١	٠,٠١
٨	٤٤,٨ ± ٣,٣	٠,٢٣ ± ٠,٠٤	٠,٠١
٩	٤٨,٣ ± ٥,٤	٠,١٢ ± ٠,٠١	٠,٠٠٣



(شكل ٢٧)
العينات المختلفة من التربة

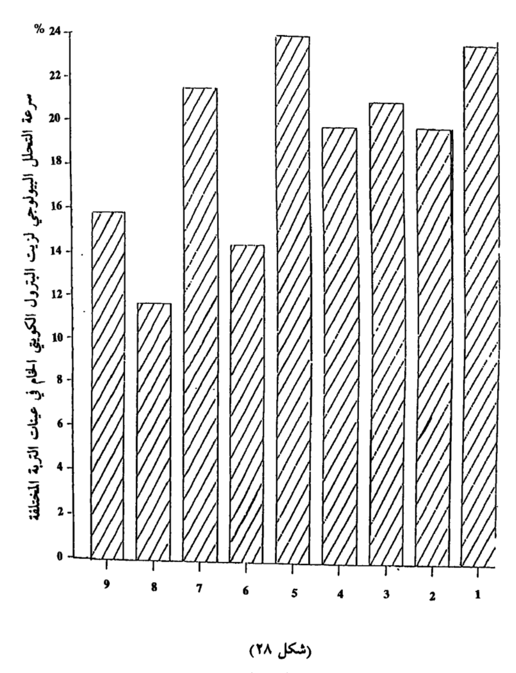
يبين التركيزات المختلفة للبكتيريا المحللة لزيت البترول في الجرام الواحد من التربة
(١ ـ ٩ أرقام العينات)

جدول رقم (١٦)

قدرة الكائنات الدقيقة الموجودة في كل عينة من التربة الكويتية، التي درست، على تحليل زيت البترول الخام في ماء البحر

عند استعماله كوسط غذائي عند درجة تحضين ٣٠° درجة مئوية لمدة ٢١ يوما.

رقم التربة	نسبة التحلل البيولوجي لزيت البترول الخام
١	٢٣,٦
٢	١٩,٨
٣	٢١,٠
٤	١٩,٨
٥	٢٤,٠
٦	١٤,٥
٧	٢١,٦
٨	١١,٧
٩	١٥,٩



(شكل ٢٨)

عينات التربة المختلفة

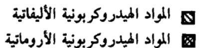
يبين النسبة المئوية لزيت البترول المتحللة بيولوجيا في عينات من التربة المختلفة

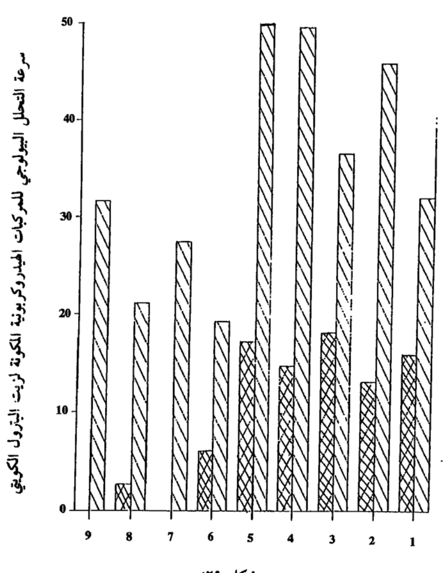
(١ ـ ٩ أرقام العينات)

جدول رقم (١٧)

قدرة الكائنات الدقيقة الموجودة في كل عينة من التربة الكويتية، التي درست على تحليل المواد الهيدروكربونية المشبعة والمواد الهيدروكربونية الأروماتية المكونة لزيت البترول الكويتي الخام.

رقم العينة	نسبة التحلل البيولوجي للمواد الهيدروكربونية المشبعة	نسبة التحلل البيولوجي للمواد الهيدروكربونية الأروماتية
١	٣١,٨	١٥,٨
٢	٤٥,٥	١٣,٠
٣	٣٦,٤	١٨,٠
٤	٤٩,٤	١٤,٦
٥	٥٠,٠	١٧,١
٦	١٩,٢	٦,١
٧	٢٧,٤	٠,٠
٨	٢١,١	٢,٧
٩	٣١,٦	٠,٠



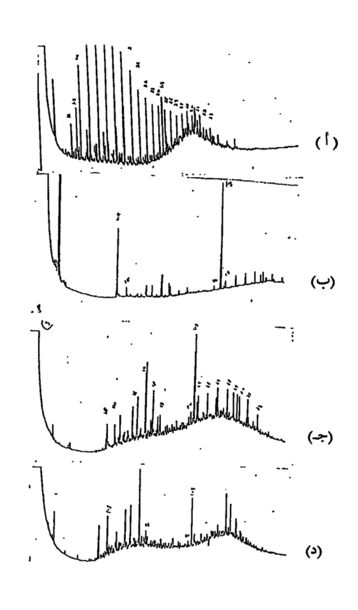


(شكل ٢٩)

عينات التربة المختلفة

يبين سرعة التحلل البيلوجي للمركبات الهيدوركربونية الأليفاتية المشبعة، والمركبات الأروماتية المكونة لزيت البترول، وذلك في عينات مختلفة من التربة.

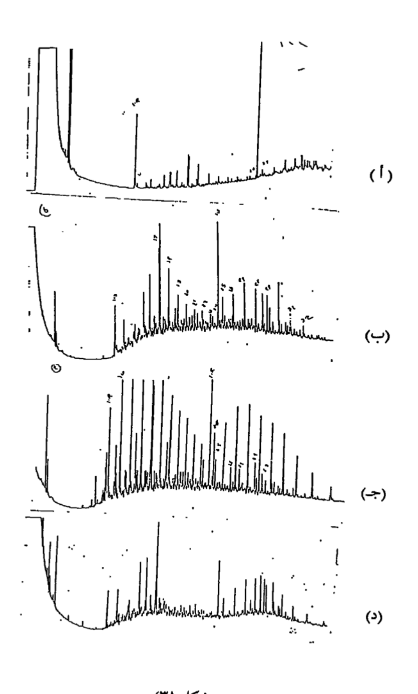
(١ ـ ٩ أرقام العينات)



(شكل ٣٠)

(أ): تحليـل بجهاز الكـروماتـوجـراف الغـازي (GC) لمـركبـات الألكـانـات العـاديـة «n.alkanes» المكونة لزيت البترول، وذلك قبل تعرضها للتحلل البيولوجي بـوساطـة البكتيريا.

(ب ـ د): تحاليل بـالجهاز نفسـه للمركبـات السابقـة نفسها، ولكن بعـد تعرضهـا للتحلل البيولوجي بوساطة أنواع مختلفة من البكتيريا.



(شكل ٣١)

(أ) - (د): تحاليل بجهاز الكروماتوجراف الغازي للأكانات العادية n-alkanes المكونة لزيت البترول بعد تعرضها للتحلل البيولوجي بوساطة بكتيريا مختلفة.

REFERENCES

1. Abu-Zinada, A.H., El-Huseiny, T.M. and Ghannam, M. 1977. Seasonal variation of soil microflora and their activities in Riyadh region, Saudi Arabia, IV. Actinomycetes, cellulose decomposers, and spore formers. Bull. Fac. Sci. Riyadh Univ. 8, 75.

2. Al-Oqaily, G.A. 1980. Ecological studies on soil bactria in coastal salt marsh in Kuwait. M.Sc. thesis, Botany Dept. Fac. Sci. Univ. Kuwait.

3. Atlas, R.M. 1981. Microbial degradation of petroleum hydrocarboni: an Environmental Perspective. Microbiological Rev. 45: 180-209.

4. Atlas, R.M. 1984. Petroleum Microbiology. Collier Macmillan Publishers, London.

5. Bergey's Manual of determinative bacteriology 1974. 8th ed. (C)-Editors: Buchanan, R.E.B. & Gibbons, N.E.) The Williams and Wilkins Company, Baltimore.

6. Bossert, I. and Bartha, R. The fate of petroluem in soil ecosystem. PP 435-473. In: Petroleum microbiology. Atlas, R.M. (ed) 1984 Collier Macmillan Publishers London.

7. Cameron, R.E. 1969, Abundance of microflora in soils of desert regions. Tech. Rep. Jet. Propul. Lab. Calif. Inst. Technol. 32, 1378.

8. Chiang, C., Sinnaeva, J. and Dubuisson, G. 1972. Microbial ecology in Moroccian soils 1. seasonal changes. Amm. Inst. Psteur, 122(6), 1171.

9. Dabbour, S. 1970. Climatic conditions in Kuwait. Kuwait Meteorological service, Mineo, P. 11.

10. Dejong, E. 1980. The effect of a crude oil spill on cereals. Environ. Pollut. Ser. A 22: 187.

11. Diab, A. 1978. Studies on thermophilic microorganism in certain soils in Kuwait. Zbl. Bakt. II. Abt., 133,579.

12. Diab, A. and Al-Gounaim, M.Y. 1984. Distribution of Azotobacter, Actinomycetes, Cellulose degrading. Acid producing and phosphate dissolving bacteria in desert and salt marsh soils in Kuwait. Zbl Mikiobiol. 139,425.

13. Dibble, J.T. and Bartha, R. 1979 a. Rehabilitation of oil-inundeted agricultural land. A case history. Soil Sci. 128: 56.

14. ——— 1979 b. Effect of environmental parameter on the biodegradation of oil sludge. Appl. Environ. Microbiol. 37: 729.

15. ——— 1979 c. Leaching aspects of oil sludge biodegradation in soil. Soil Sci. 127:365.

16. Elwan, S.H. and Diab, a. 1970, a. Studies on desert microbiology. II: Development of bacteria in the rhizosphere and soil of Artemisia monosperma Del. in relation to environment. U.A.R.J. Bot. 13(1), 97.

17. ——— 1970 b. Studies in desert microbiology. III: Certain aspects of the rhizosphere effect of Rhazia Stricta Decne in relation to environment. U.A.R.J. Bot. 13(1), 109.

18. ——— 1970 c. Studies on desert microbiology. IV: Bacteriology of the root Region of a fodder xerophyte in relation to environment. U.A.R.J. Bot. 13(2), 159.

19. Elwan, S.H. and diab, A. 1976. Actinomycetes of an arabian desert soil. Egypt. J. Bot. 19(1), 111.

20. Elwan, S.H. and Mahmoud, S.A.Z. 1960. Note on the bacterial Flora of the Egyptian desert in Summer. Arch. Jur Mikrobiol. 36,360.

21. Elwan,S.H., Radwan, S.S. and Ammar, M.S. 1972. Studies on thermophilic bacteria of some Egyptian soils. I. Growth and nutritional requirement in relation to temperature. Zbl. Bakt., II,127, 253.

22. Faull, J.L. and Compell, R. 1979. Ultra structure of the interaction between the take-all fungus and antagonistic bacteria. Canadian J. of Bot. 57, 1800.

23. Francke, H.C., and Clark,F.E. 1974. Disposal of Oily wastes by microbial assimilation. Report Y-1934. U.S. Atomic Energy Commission, Washington D.C.

24. Gerretsen, F.C. 1948. The influence of microorganism on phosphate intake by the plant. Plant and Soil 1, 51-85.

25. Gorina, E.I. 1966. Distribution of bacteria which dissolve phosphat that are not easily available in different soils of the turkman SSR. IZV Akad. Turkm. SSR. Ser. Biol. Nauk. 4, 48.

26. Gray, T.R.G. and Williams, S.T. 1971. Soil Microorganisms. Longman-Group Limited, London.

27. Halwagy, M. 1973. Ecological studies of the desert of Kuwait with especial reference to the salt marshes. M.Sc. thesis. Kuwait University.

28. Hashem, M. and Al-Gounaim, M.Y. 1973. Some studies on the soil bacteria in the desert of Kuwait. Zbl. Bakt. II. Abt. 128, 363.

29. Hashem, M. and Diab, A. 1974 further studies on the soil bacteria in the desert of Kuwait. J. Univ. Kuwait (Sci.) 1, 65.

30. HawRer, L.E. and Linton, A.H. 1971. Microorganisms. function, form and Environment. Williams Clowes and Sons, Limited, London.

31. Hiltner 1904, Uber neuere Erfahrungen und probleme auf dem Gebiet der Bodenbokleriologie und unter besonderer beriecksichtigung der Grundungung und Brache. Arbeiten der Deutschen Landwirtschajtsgesellschajt Berlin 98, 59.

32. Howell, C.R.and Stipanovic, R.D. 1980. Suppression of Pythium ultimum - induced demping - off of cotton seedling by pseudomonas flourescens and

its antibiotic, pyoluteorin. Phytopathology, 70, 712.

33. Kinako, P.D.S. 1981. Short-term effect of oil pollution on species numbers and productivity of a simple terrestrial ecosystem. Environ. pollut. Ser. A. 26, 87.

34. Kincomon, C.B. 1972. Oily Waste disposal soil cultivalion process. EPA Publ. No. R_2. 72-110. Government Printing office, Washington, D.C.

35. Kleopper, J.W., Leong, J., Teintze, M. and Schroth, M.N. 1980. Enhanced Plant growth by siderophores produced by plant growth promoting rhizobacteria. Nature, London 286, 885-886.

36. Lynch, J.M. 1982. Interaction between bacteria and plants in the root environment.pp. 2-23 In: Bacteria and Plants, Roberts, M.R. & Skinner, F.A. (ed). Academic Press London, 1982.

37. Meigs. P. 1953. World distribution of Arid and Semiarid homoclimates. Reviews of research on Arid Zone Hydrology, UNESCO, 203-210, Paris.

38. Montasir, A.H., Mostafa, M.A. and Elwon, S.H. 1956. Development of Soil microflora under Zygophyllum album L. and Zygophyllum coccineum L. Ain Shams Sci. Bull., 1, 173.

39. Pal, D. and Overcash, M.R. 1978. Plant-soil assimilative capacity for oils, paper presented at the 85thNational Meeting of the American Institute of chemical Engineers. June1978. Philadelphia, Pennsylvania.

40. Roberts, M.R. and Skinner, F.A. 1982. Bacteria and Plants.Academic press, London.

41. Rovira, A.D. 1962. Plant root exudates in relation to the rhizosphere microflora soil fertil. harpenden 25, 167.

42. Sasson, A. 1967. Ecophysiological studies on the bacterial flora of soils in the dry regions of Morocco. Traw. Inst. Sci. Cherif. Bot. Biol. Veg. 30, 13.

43. Thornton, R.H. 1958. New Zeal. J. Agric. Research, 1, 922.

44. Vagnerova, K, Macura, J. and Valasta, C. 1960. Bacterial flora of the root surface., the rhizosphere and control soil during the initial stages of wheat development. Folia Microbiol. 5, 298.

45. Waksman, S.A. 1960. Soil Microbiology. John Wiley & Sons. Inc. New York.

٤٦ ـ د. مرزوق يوسف الغنيم، د. على دياب. البكتريا والنفط في التربة والبيئة البحرية ١٩٩٢

الفصل الرابع

البكتيريا في البيئة البحرية الكويتية

مقدمة

أصبحت الاكتشافات النفطية داخل البحار والمحيطات، وكذلك حوادث ناقلات النفط العملاقة تشكل خطراً كبيراً على البيئة البحرية بسبب ما تسربه من كميات كبيرة من النفط حيث تصل هذه التلوثات إلى مسافة ٣٠ كيلومتراً من مركز التلوث. ولهذا أصبح علم بكتيريا البحار الآن ضرورياً ومهما مثله في ذلك مثل العلوم الأخرى. وعلماء بكتيريا البحار يتشابهون مع علماء بكتيريا التربة في دراسة المحتوى البكتيري للبيئة، حيث يتكون المحتوى البكتيري للبيئة البحرية من خليط هائل من البكتيريا. ولكن من ناحية أخرى يستخدم علماء بكتيريا البحار، للحصول على عينات المياه، طرقا وأجهزة تختلف عن تلك التي يستخدمها علماء بكتيريا التربة. والمعروف أن الصفات الفيزيائية والكيميائية للتربة تختلف اختلافا واضحا عن تلك التي تميز البيئة البحرية، ولذلك فإن المحتوى البكتيري للبيئة البحرية يختلف عن المحتوى البكتيري للتربة، وتبعا لذلك، فإن دراسة ميكروبيولوجيا البحار لا تهتم كثيرا بالفطريات أو ببكتيريا الأكتينوميسيت، وذلك لقلتها في البيئة البحرية.

وتلعب البكتيريا في البيئة البحرية دورا مهما في تحليل المواد العضوية المختلفة، حيث تنطلق نتيجة هذه التحللات العناصر الغذائية، التي تدخل في بناء النباتات المائية، وذلك من خلال دورات العناصر، كدورة الكربون، ودورة النيتروجين، ودورة الكبريت، ودورة الفوسفور. . إلخ، مما ينعكس على الأحياء المائية الأخرى بالفائدة، وبذلك تستمر عجلة الحياة بين هذه الأحياء

المائية، ومن ناحية أخرى تكون خلايا البكتيريا مصـدرا مهما لغـذاء الحيوانـات الأولية، وكثير من الأحياء المائية الأخرى. وأيضـا لا ننسى العلاقـات التعاونيـة بين أنواع كثيرة من البكتيريا والأحياء البحرية المختلفة.

وتختلف البكتيريا في البحار والمحيطات اختلافا كبيرا في طبيعة هـذه الكائنات البكتيرية، وتركيزاتها، وأنشطتها المختلفة، وذلك باختلاف الموقع الجغرافي، والظروف الجـوية والبيئية المختلفة، وقد تختلف باختلاف العمق والبعد عن الشاطىء، وطبيعة قاع البحار، والحركات المختلفة للمياه، كالمد والجزر، وحركة الأمواج، وغير ذلك .

ومـع أن البيئة البحـرية، إذا قـورنت بالبيئـة على اليـابسه، تكـون متجانسة التركيب الكيميائي والصفـات الأخرى، إلا أن تـوزيع البكتـيريا لايكون متجانسا في البيئة البحرية، ويكون السبب في ذاك، وجود عوامل كثيرة متداخلة ومعقدة.

وفي سنـة ١٩٣٣ درس Reuszer تركيـز البكتيريـا في عشر عينات، جمعت من موقع واحد، وقد وجد أعداد البكتيريا تتراوح بين خليتين إلى ٣٨ خلية في الملليليتر الواحد من ماء البحر. ولهذا فقد استنتج أن اختلاف تركيز البكتيريا قد يحدث في عينـات مختلفة في المـوقع نفسـه. وقد لاحظ أحـد الباحثين (Tylor, 1940) اختلافات في أعداد البكتيريا في مياه البحيرات، التي درسها، ولكنه لم يستطع إيجاد علاقة بين هذه الاختلافات، وبين الأملاح الذائبة، أو أي عامل آخر .

والتركيزات المختلفة للبكتيريا البحرية عادة ما تكثر قرب الشواطىء. وفي سنة ١٩٠٦ قام Gazert بدراسة المحتوى البكتيري لمياه المحيط الأطلنطي ووجد أن أعلى تركيز للبكتيريا كان في العينات التي جمعت من مواقع قريبة

من الشاطىء، ومن مواقع مجاورة للأعشاب البحرية. وقد أكد دياب ومتولي ١٩٨٢ هذه الظاهرة، حيث وجد أن المياه البحرية في الخليج العربي على بعد واحد كيلومتر من الشاطىء، والتي تكون مجاورة للأعشاب البحرية، تحتوي على تركيزات من البكتيريا أعلى من تلك غير المجاورة للأعشاب البحرية .

وقد لاحظ بعض الباحثين أيضا (Otto & Neuman, 1904) وجود آلاف من الخلايا البكتيرية في كل ١سم٣ من مياه البحر القريبة من الشاطىء، ولكن في العينات البعيدة عن الشاطىء (في المحيط الأطلنطي) وصلت أعداد البكتيريا في المليليتر الواحد أقل من ١٠٠ خلية، أما في بحر الشمال فقد وجد (Lilman 1920) عشر خلايا في الميلليلتر الواحد.

وفي أبحاث أخرى وجد بعض الباحثين (ZoBell & Feltham 1934) أن القرب من الشاطىء أحيانا لا يتسبب في وجود تركيزات أعلى كثيرا، وفي هذه الحالة يكون التركيب الكيميائي للماء، وبخاصة في احتوائه على المواد العضوية، متشابهة في القرب وفي البعد عن الشاطىء، وهذا يكون في الفصول الجافة، حيث يكون البحر هادئا تماما.

وتختلف البكتيريا في مياه البحار في طبيعتها وتركيزاتها المختلف، معتمدة في ذلك على الموقع الجغرافي. وقد أوضح (Kriss, 1963) في تقارير له عن المناطق التي تلي المنطقة الإستوائية في نصف الكرة الشمالي، حيث وجد أن القطاع الغربي يختلف عن القطاع الشرقي في المحتوى البكتيري، وبخاصة المجاميع التي تستطيع إستغلال المواد العضوية المختلفة. وقد تميزت المحيطات في القطاع الشرقي باحتوائها على تركيزات أقل من البكتيريا غير الذاتية التغذية (Heterotrophic). أما في المنطقة الإستوائية، شمالي خط الإستواء، فلم يكن هناك فروق كبيرة بين المحتوى البكتيري للمياه في القطاع الشرقي والقطاع الغربي .

لوحظت هذه الظاهرة في المناطق الإستوائية (10S -10N)، التي يمكن وصفها، بمقارنتها بمناطق جغرافية أخرى في المحيط الباسيفيكي، بأنها منطقة من ضمن المناطق الغنية نسبيا بالمواد العضوية، التي تكون في صورة متاحة للكائنات الدقيقة، وقد وجد أن الأعماق المختلفة في المنطقة الإستوائية تحتوي على أعداد بكتيرية لابأس بها، ولم يكن هناك فروق كبيرة في التركيزات المختلفة للبكتيريا، التي تستطيع النمو على أوساط غذائية، تحتوي على البروتين .

أما في المناطق الإستوائية، وتحت الإستوائية، في المحيط الباسيفيكي، في نصف الكرة الجنوبي، فقد وجد أن التركيزات المختلفة للبكتيريا غير الذاتية التغذية تتناقص تدريجيا في تجاه الجنوب، وقد تناقصت الأعداد من مئات الخلايا إلى خلية واحدة فقط في الملليليتر الواحد من مياه البحر (Kriss, 1963).

وفي سنة ١٩٧٩ قام بعض الباحثين (Austin et al.) بعمل دراسة لمقارنة الفلورا البكتيرية للمياه في كل من خليج تشيزابيك، وخليج طوكيو، وذلك لإيجاد الفروق والإختلافات بين هذه الفلورا البكتيرية في هذه المواقع الجغرافية، وقد تم عزل ١٩٥ مزرعة بكتيرية من مياه هذه المواقع، ودرست صفاتها البيوكيميائية، والصفات الخارجية، والمزرعية، والفسيولوجية، بالإضافة إلى احتياجاتها الغذائية المختلفة. وقد أظهرت نتيجة الدراسة أن ٧٠٪ من هذه المزارع يتبعون الأجناس البكتيرية الآتية : *Actinobacter, Moraxella, Vibrio, Pseudomonas, Coryneforms, Caulobacter*. وقد كان الجنس *Actinobacter*، والجنس *Vibrio*، هما الجنسان السائدان في مياه خليج شيزابيك، على حين أن الجنس *Actinobacter*، والجنس *Moraxella*، كانا الجنسين السائدين في خليج طوكيو .

وقد قدر بعض الباحثين (ZoBell & Upham, 1944) أن حوالي ٨٠٪

من البكتيريا في البيئة البحرية عبارة عن عصويات سالبة لصبغة جرام، حيث عزل ٦٩ مزرعة بكتيرية وجد أن ٥٢ مزرعة منها عبارة عن عصويات سالبة لصبغة جرام، و٩ مزارع عصويات موجبة لصبغة جرام، مزرعتين عصويات متغيرة لصبغة جرام، ٤ مزارع عبارة عن بكتيريا كروية سالبة لصبغة جرام، مزرعة واحدة كروية متغيرة لصبغة جرام، ثم مزرعة واحدة بكتيريا واوية سالبة لصبغة جرام، أما البكتيريا التي تكون جراثيم داخلية، فإنها قليلة التوافر في البيئة البحرية.

والبكتيريا البحرية تتميز بصغر حجم خلاياها، إذا ما قورنت بالبكتريا التي تعيش في المياه العذبة. والأنواع التي تتبع الأجناس الآتية هي الموجودة بكثرة في البيئة البحرية : ***seudomonas, Achromobacter, Flavobacterium, Vibrio***

والبكتيريا البحرية تكون محبة للنمو تحت درجات الحرارة المنخفضة أكثر من تلك الموجودة في التربة، ويحب هذا النوع من البكتيريا أيضا النمو في الأوساط الغذائية المحتوية على ماء البحر، أو المضاف إليها ٣٪ كلوريد الصوديوم.

وفي البيئة البحرية تتوافر البكتيريا المحبة للملوحة العالية، التي تسمى Halophiles، وتتناسب قدرة هذه الأنواع من البكتيريا على النمو في تركيزات عالية من الأملاح تناسبا طرديا مع تركيز هذه الأملاح في البيئة التي تعيش فيها البكتيريا .

وعالم الكائنات الدقيقة يقسم على حسب الإستجابة للتركيزات المختلفة من الأملاح إلى مجموعتين :

المجموعة الأولى : عبارة عن كائنات لا تحب النمو في التركيزات العالية من الأملاح .

المجموعة الثانية : عبارة عن كائنات تحب النمو في وجود تركيزات

أملاح عالية، وعلى حسب هذه التركيزات تنقسم المجموعة الثانية إلى :

أ ـ كائنات تحب الملوحة القليلة Slight halophiles، وهي التي تستطيع النمو في تركيزات تتراوح من ٢ ـ ٥ ٪ كلوريد الصوديوم .

ب ـ كائنات تحب الملوحة المتوسطة Moderate halophiles، وهي التي تستطيع النمو في أوساط غذائية تحتوي على تركيزات من ٨ ـ ٢٠ ٪ كلوريد صوديوم .

جـ ـ كائنات تحب الملوحة العالية جدا Extreme halophils، وهي التي تستطيع النمو في الأوساط الغذائية التي تحتوي على كلوريد صوديوم من ٢٠ ـ ٣٠ ٪ .

وكثير من الأنواع البكتيرية البحرية تحتاج لنموها إلى إضافة الفيتامينات المختلفة للوسط الغذائي، وقد وجد أحد الباحثين (MacLeod, 1954) أن بعض أنواع من البكتيريا البحرية تحتاج لنموها إلى إضافة البيوتين مع الحمض الأميني ألانين، أو إضافة البيوتين مع الثيامين ونياسين، وقد وجد باحث خر (BurKholdr, 1963) أن البكتيريا البحرية تحتاج إلى بيوتين وثيامين، ؛ثر من احتياجها إلى كوبال أمين، وحامض نيكوتينيك، وهذا بدوره يكون أكثر احتياجا من بانتوثينات وريبوفلافين .

والكثير من البكتيريا البحرية يستطيع أن يتغذى على كثير من المواد العضوية سواء المعقدة أو غير المعقدة، فهناك البكتيريا المحللة للسيليلوز، والمحللة للآجار والبروتين والدهون واللجنين الموجود في الأخشاب النباتية، وأيضا المواد الكيتينية التي تكون الهيكل الخارجي للقشريات في البيئة البحرية. وقد قدر أحد الباحثين (Johnston, 1968) أن القشريات البحرية تنتج ملايينا من الأطنان من هذه المادة، ولكن معظم هذه الكمية تتحلل بوساطة البكتيريا البحرية، والقليل منها هو الذي يرسب في الرواسب البحرية .

ولذلك فإن البكتيريا البحرية تعد ذات أهمية اقتصادية عظيمة، حيث

تلعب دورا مهما في إنتاج المواد الغذائية المهمة للأحياء المائية الأخرى، نتيجة لهذه التحللات المختلفة التي تقوم بها، وهنا يظهر دورها الهـام في ثبات دورات العناصر في البيئة البحرية.

ومن ناحية أخرى قد تسبب الكثير من المشكلات الإقتصادية، فهناك بعض الأنواع من البكتيريا البحرية، هي التي تبدأ عملية تكوين الحشف البحري على أسطح السفن، والأسطح الأخرى المغمورة في الماء، وبازدياد تراكم الطبقة البكتيرية يزداد معها وجود الدياتومات والطحالب الأخـرى، والحيوانات الأولية. وبذلك تبدأ مشكلات الحشف البحرى لهذه الأسطح .

أما البكتيريا البحرية المحللة للسيليلوز، والمحللة لمادة اللجنين، فإنها تهاجم الحبال، وشباك الصيد، والمواد الفلينية، والأخشاب، وتتلفها. على حين أن البكتيريا المحللة للبروتين تستطيع إتلاف الأسماك، والصـدفيات، وأغذية البحار المختلفة بعد صيدها .

وهناك أنواع أخرى قليلة من البكتيريا البحرية تستطيع النمو في محاليل الأملاح المشبعة، حيث تكثر هذه الأنواع في الملاحات التي يستخرج منهـا ملح الطعام. وقد تتسبب هذه الأنواع البكتيرية في إتلاف الفراء والأسماك والكافيار واللحوم والمواد الأخرى التي يضاف إليها الملح لحفظها .

أما البكتيريا في البيئة البحرية الكـويتية، فـإنها لم تدرس حتى الآن ولذلك فقد قام المؤلفان بعمل دراسة للبكتيريا البحرية في البيئة الكويتية، تشتمل على الموضوعات الآتية :

١ ــ البكتيريا البحرية العادية .
٢ ــ البكتيريا البحرية المصاحبة للطحالب البحرية .
٣ ــ البكتيريا البحرية التي تحلل زيت البترول .

وفي الصفحات التالية عرض ملخص لنتائج هذه الأبحاث .

البكتيريا البحرية العادية

اختار المؤلفان لهذه الدراسة ثلاثة مواقع مختلفة في مياه الخليج العربي بالكويت، وتتمثل هذه المواقع في ميناء الشويخ، ومنطقة المسيلة، ومنطقة المنقف، وقد جمعت عينات المياه من المواقع الثلاثة شهريا خلال الفترة من يناير ـ ديسمبر ١٩٨٥ وكان ذلك من العمقين: العمق السطحي ٠,٣م، والعمق ٥م. (وهذه الدراسة تعد ضمن مشروع البحث المدعوم من قبل مجلس حماية البيئة الكويتي).

ومن النتائج التي أمكن الحصول عليها جدول رقم (١٨) يتبين أن أعلى تركيز للبكتيريا الكلية الحية «Total viable bacteria» أمكن الحصول عليه كان ٦١٠± ١٩,١ × ١٠^{3} خلية بكتيرية في اللتر الواحد من ماء البحر، وكان ذلك من العمق ٥م لمنطقة المنقف خلال شهر أكتوبر، يلي ذلك ٤٢٨,٨± ١٠,٥ × ١٠^{3} خلية بكتيرية في اللتر الواحد، أمكن الحصول عليها من المنطقة نفسها من العمق السطحي ٠,٣م خلال شهر سبتمبر. شكل رقم (٣٣). أما أقل التركيزات في هذه المنطقة فكان خلال شهري فبراير ومارس .

أما من منطقة الشويخ، فإن أعلى تركيزات كانت ٣٣٣,٥± ٢٠ × ١٠^{3} و ٣٥٦,٨± ١٦ × ١٠^{3} خلية بكتيرية في اللتر الواحد من ماء البحر، وقد سجلت هذه التركيزات خلال شهر يناير من العمق السطحي ٠,٣م، ومن العمق ٥م على التوالي ، يلي ذلك تركيزات عالية نسبيا، أمكن تسجيلها خلال شهري يونيو ويوليو. شكل رقم (٣٢).

وفي منطقة المسيلة سجلت التركيزات العالية خلال شهر يناير من العمق ٥م (٣٠٢,٥± ١٣,٥ × ١٠^{3} خلية بكتيرية في اللتر الواحد)، وخلال شهر أغسطس من العمق السطحي ٣٠٠± ٨,٢ × ١٠^{3} خلية بكتيرية في اللتر الواحد .

ومن المعروف أن البكتيريا الحية في البحار والمحيطات تختلف في طبيعتها إختلافا كبيرا يعتمد ذلك على الموقع الجغرافي، والظروف الحيوية للموقع، وعوامل أخرى كثيرة معقدة. وفي مياه البحر الأبيض المتوسط قرب شواطىء الإسكندرية استطاع دياب وأم كلثوم ١٩٨٤ تسجيل تركيزات للبكتيريا الحية الكلية تتراوح بين ٢,٢ × ١٠^٤ خلية بكتيرية في اللتر الواحد خلال شهر مارس، إلى ٢,٤ × ١٠^٦ خلال شهر يونيو، وذلك في اللتر الواحد من ماء البحر من العمق ٥ - ١٠م .

وعند حساب متوسط التركيزات خلال شهور الدراسة، وعلاقتها بالعوامل البيئية المختلفة لمياه الخليج العربي بالكويت، يمكن الخروج بالنقاط الآتية :

١ ـ تأثير اختلاف المناطق في تركيز البكتيريا، شكل رقم (٣٥)

عند أخذ مجموع التركيزات في العمقين شهريا لكل منطقة، ثم حساب المتوسط السنوي، وتحليل ذلك تحليلا إحصائيا، يتضح أن منطقة المنقف تمثل أغنى المناطق الثلاثة باحتوائها على تركيزات عالية من البكتيريا، تقدر في المتوسط السنوي بما يساوي ١٥٤,٥ ± ٣٠,٢ × ١٠^٣ خلية بكتيرية في اللتر الواحد. على حين منطقة المسيلة تعد أفقر المناطق الثلاثة، حيث احتوت على ٩٣,٦ ± ١٧,٩ × ١٠^٣ خلية بكتيرية في اللتر الواحد. أما منطقة الشويخ، فكانت تحتوي على تركيزات ١٢٥,٢ ± ١٨,٦ × ١٠^٣ خلية بكتيرية في اللتر الواحد

٢ ـ تأثير اختلاف الشهور، جدول رقم (١٩)، شكل رقم (٣٦)

عند حساب المتوسط الشهري لمجموع التركيزات البكتيرية للمناطق الثلاثة مع بعضها يتضح أن شهر يناير يمثل شهرا مناسبا للحصول على أعلى تركيز، فقد أمكن خلال هذا الشهر تدوين متوسط قدره ٢٣٥,١ ± ٤٥,٦

× ١٠^٣ خلية بكتيرية في اللتر الواحد، يلي ذلك تركيـزات عاليـة سجلت خلال شهر أبريل، وأغسطس، وسبتمبر، وأكتوبر، وديسمبر .

وعند الرجوع إلى التحليلات الإحصائية اتضح أنه لا توجد فـروق معنوية بين التركيـزات التي أمكن الحصول عليهـا خلال الشهـور الخمسة السابقة، وبذلك يمكن القول ان أعلى تركيزات أمكن الحصول عليها خلال ١٩٨٥ كان خلال فترتين زمنيتين، الأولى ينايـر وديسمبر، والثـانية خـلال إبريل ـ وأغسـطس ـ وسبتمبر ـ وأكتـوبر. أمـا أقل الـتركيزات، فهي التي سجلت خلال شهر فبراير ومارس، وعند الرجوع إلى التحاليل الكيميائية والفيزيائية لعينات المياه التي درست، نجد أنه من الصعب وجود علاقة بين التركيزات المختلفة للبكتيريا والتحاليل الكيميائية والفيزيائية .

وعند حساب معامل الإرتباط بين متوسط التركيزات المختلفة للبكتيريا الحية الكلية في السنة، والتحليلات المختلفة الأخرى لعينات المياه في كـل موقع، يمكن ملاحظة الآتي :

أ ــ في منـطقة الشـويخ لايـوجد ارتبـاط بين تـركيز البكتـيريا، وأي من التحاليل المختلفة .

ب ــ في منطقة المسيلة لايوجد أي ارتباط إلا في حالة واحدة، وهي بـين درجة تركيز أيون الأيدروجين (pH).

جـ ــ في منطقة المنقف يوجد ارتباط بين تركيز البكتـيريا وكـل من تركيـز النترات وتركيز الفوسفات .

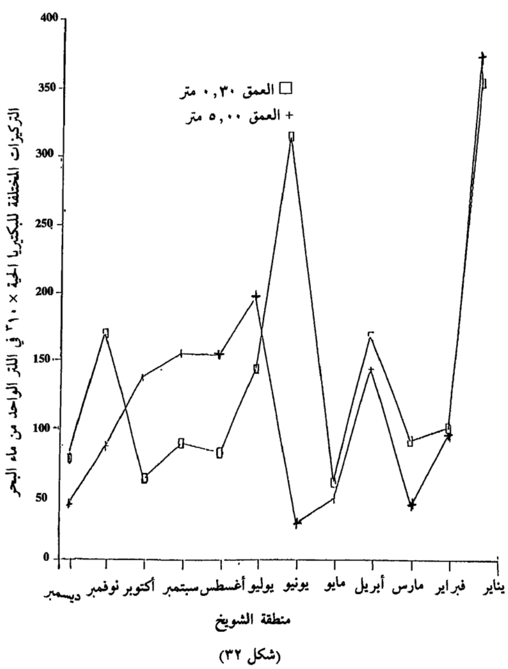
وهذه النتائج لا تتعارض إلى حد ما مع النتائج التي سجلها Kriss, (1963) حيث وجد أن الأعداد الكلية للبكتيريا الحية الكلية تزداد خلال يونيو ويوليو وأغسطس وديسمبر أكثر منها خلال شهور الدراسة الأخرى. وقد وجد بعض الباحثين عدم وجود علاقة بين درجة حرارة المياه والتركيزات المختلفة

للبكتيريا، ولهذا فإن (Kriss) قد أوضح أن درجة حرارة المياه ليست عاملا مهما في البيئات المائية. وقد وجد دياب وأم كلثوم ١٩٨٤ أنه من الصعب وجود علاقة بين تركيز البكتيريا الحية والتحاليل الكيميائية والفيزيائية، إلا في خلال بعض شهور الشتاء، حيث تناقصت الأعداد تناقصا ملحوظا .

جدول رقم (١٨)

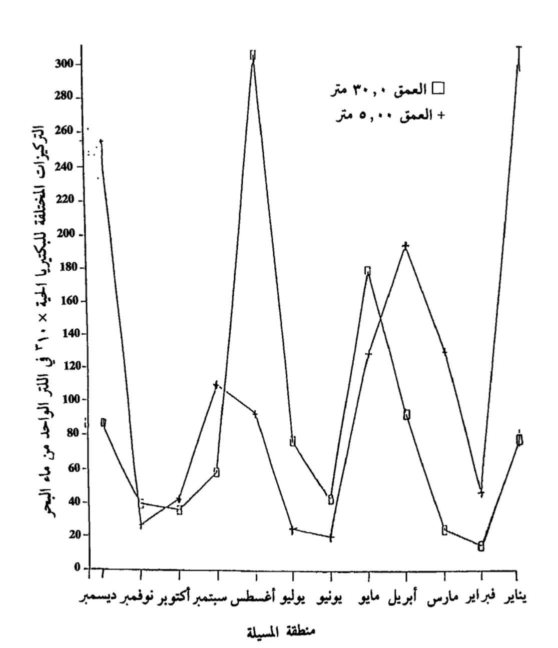
متوسط التركيزات المختلفة للبكتيريا الحية الكلية «Total Viable bacteria» في اللتر الواحد من ماء البحر لكل من العينات التي درست خلال يناير ـ ديسمبر ١٩٨٥ لكل من منطقة الشويخ ـ المسيلة ـ المنقف.

الشهر	العمق بالمتر	تركيز البكتيريا × ١٠^٣ في اللتر الواحد		
		الشويخ	المسيلة	المنقف
يناير	٠,٣٠	٣٣٣,٥ ± ٢٠,٠	٧٥,٢ ± ٣,٥	١٢٩,٥ ± ٧,٤
	٥,٠٠	٣٥٦,٨ ± ١٦,٠	٣٠٢,٥ ± ١٣,٥	١٦٦,٥ ± ١٦,٥
فبراير	٠,٣٠	٩١,٤ ± ٤,٣	١٤,٣ ± ٠,٨	٩,٨ ± ١,٢
	٥,٠٠	٨٥,٨ ± ٥,٣	٤٥,٥ ± ٢,٠	٤,٢ ± ٠,٨
مارس	٠,٣٠	٨٢,٨ ± ٣,٧	٢٤,٣ ± ٠,٦	١٤,٠ ± ١,٣
	٥,٠٠	٣٥,٧ ± ٤,١	١٣٠,٠ ± ١,٥	١٢,٧ ± ٢,٢
ابريل	٠,٣٠	١٥٦,٠ ± ٩,٢	٩١,٢ ± ٢,٤	٣٤,٠ ± ٣,٣
	٥,٠٠	١٣٦,٦ ± ٣,٣	١٩٢,٠ ± ٤,٠	٢٣٥,٠ ± ٤,٥
مايو	٠,٣٠	٥٤,٠ ± ٢,٩	١٧٧,٠ ± ٣,٨	٥٤,٥ ± ٠,٩
	٥,٠٠	٤٣,٠ ± ١,٩	١٢٩,٣ ± ١,٢	١٦,١ ± ١,٧
يونيو	٠,٣٠	٢٩٩,٦ ± ١٤,٢	٤١,٦ ± ١,٩	١٤٣,٧ ± ٢,٦
	٥,٠٠	٢٥,٦ ± ١,١	١٩,٤ ± ١,٣	١٨١,٧ ± ١,٧
يوليو	٠,٣٠	١٣٧,٧ ± ٢,٦	٧٥,٧ ± ١,٩	٤٩,٠ ± ٣,٢
	٥,٠٠	١٩١,٢ ± ٤,٢	٢٣,٢ ± ١,٩	٧٥,٢ ± ٢,٣
أغسطس	٠,٣٠	٧٦,٣ ± ٢,٥	٣٠٠,٠ ± ٨,٢	٢٤٥,٠ ± ١٣,٨
	٥,٠٠	١٤٦,٥ ± ٤,٧	٨٩,٢ ± ٤,٣	٧١,٠ ± ٢,٦
سبتمبر	٠,٣٠	٨٢,٣ ± ٣,١	٥٧,٥ ± ١,٩	٤٢٨,٧ ± ١٠,٥
	٥,٠٠	١٤٧,٧ ± ٤,٣	١٠٣,٠ ± ٧,٧	٢٤٧,٥ ± ٤,٨
أكتوبر	٠,٣٠	٥٤,٠ ± ٥,٣	٣٥,٥ ± ٠,٦	١٥٠,٥ ± ٢,١
	٥,٠٠	١٢٩,٠ ± ٥,٢	٤١,٣ ± ٤,١	٦١٠,٠ ± ١٩,١
نوفمبر	٠,٣٠	١٦٠,٠ ± ٧,١	٣٧,٨ ± ١,٨	٦٤,٥ ± ٣,١
	٥,٠٠	٣٩,٠ ± ٤,٣	٢٥,٠ ± ٢,٠	١٩١,٠ ± ٦,١
ديسمبر	٠,٣٠	٧٠,٣ ± ٣,١	٨٤,٥ ± ١,٨	٣١٢,٥ ± ١١,١
	٥,٠٠	٣٩,٠ ± ١,٥	٢٤٧,٥ ± ٧,٤	٢٦٢,٥ ± ١٧,٥
المتوسط السنوي	٠,٣٠	١٣٣,٢ ± ٢٧,٦	٨٤,٦ ± ٢٥,٦	١٣٦,٣ ± ٣٠,٦
	٥,٠٠	١١٨,٠ ± ٢٦,٧	١١٢,٣ ± ١٨,٤	١٧٢,٧ ± ٣٦,٦



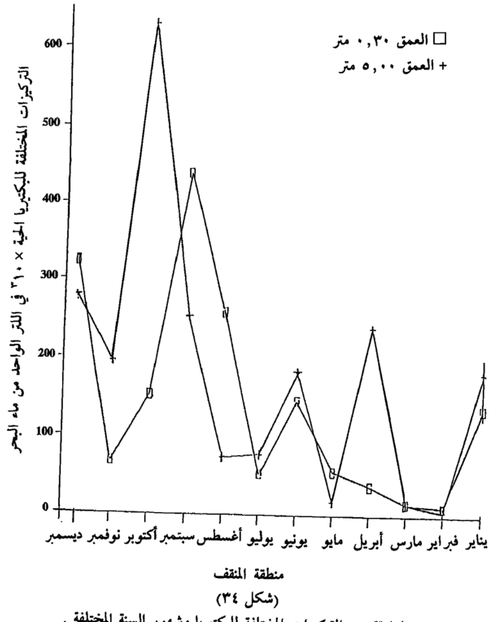
(شكل ٣٢)

يبين العلاقة بين التركيزات المختلفة للبكتيريا واختلاف شهور السنة .



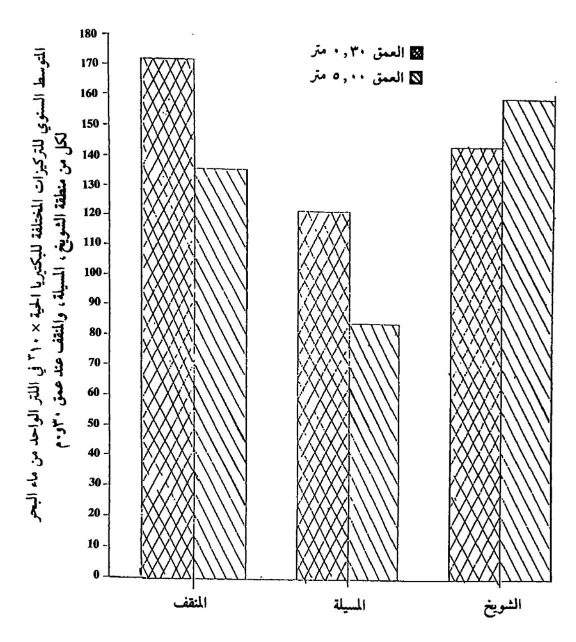
(شكل ٣٣)

يبين العلاقة بين تركيز البكتيريا وشهور السنة المختلفة .



(شكل ٣٤)

يبين العلاقة بين التركيزات المختلفة للبكتيريا وشهور السنة المختلفة .



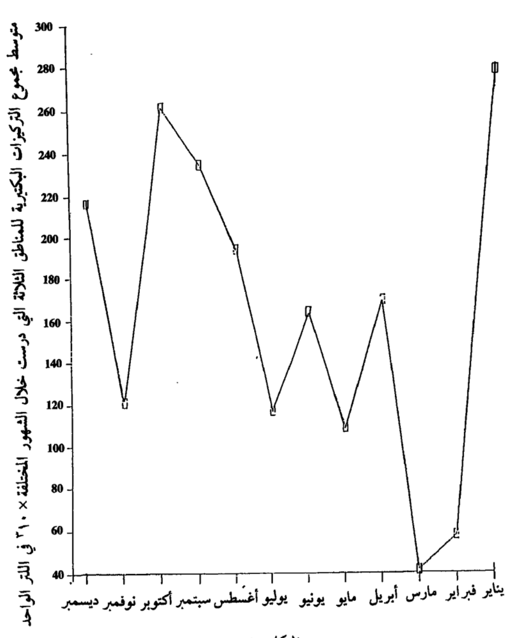
(شكل ٣٥)

يبين متوسط التركيز السنوي للبكتيريا في العمقين ٠,٣٠م، ٥م .

جدول رقم (١٩)

متوسط التركيزات المختلفة للبكتيريا الحية، (متوسط مجموع العمقين، مجموع المناطق الثلاث) خلال شهور الدراسة المختلفة .

الشـهور	التركيزات المختلفة للبكتيريا الحية × ١٠ ^٣^ في اللتر الواحد
يناير	٢٣٥,١ ± ٤٥,٦
فبراير	٤١,٨ ± ١٥,٩
مارس	٣٠,٤ ± ١١,١
أبريل	١٤٠,٨ ± ٢٩,٢
مايو	٧٩,٨ ± ٢٩,٢
يونيو	١١٨,٦ ± ٤٥,٤
يوليو	٢٩,٠ ± ٢٥,٣
أغسطس	١٥٤,٧ ± ٣٩,٥
سبتمبر	١٧٧,٨ ± ٧٥,١
أكتوبر	١٧١,٧ ± ٩٠,١
نوفمبر	٩٢,٨ ± ٢٨,١
ديسمبر	١٦٩,٤ ± ٤٧,٠



(شكل ٣٦)

يبين متوسط التركيزات البكتيرية للمناطق الثلاثة خلال شهور السنة .

البكتيريا البحرية المصاحبة للطحالب

يصاحب الطحالب البحرية دائما. أنواع مختلفة من البكتيريا، التي تستطيع أن تتغذى على المواد العضوية التي تفرزها الطحالب. وفي أثناء ذلك تستطيع البكتيريا إمداد هذه الطحالب بمواد أخرى منشطة لنموها. وقد وجد بعض الباحثين (Berland et al, 1970) أن بعض أنواع من الطحالب تنمو جيدا في وجود البكتيريا المصاحبة لها، إذا ما قورنت بنموها مع عدم وجود هذه الأنواع البكتيرية. وقد أشار كثير من الباحثين إلى أن كثيرا من الطحالب البحرية تحتاج لنموها إلى توفر الفيتامينات المختلفة في الوسط الذي تعيش فيه، لذلك فإن البكتيريا المصاحبة للطحالب تستطيع أن تفي بهذا الغرض. وقد أثبت أحد الباحثين (Tswkidate, 1970) أن الطحلب المسمى *Crinnisllia americana* قد فقد الشكل المميز له، حينما وُضع في وسط خالٍ من البكتيريا، وقد أكد هذه الظاهرة الباحثان Provasali & Carlucii 1974 حيث وجدا أن الطحلب «خس البحر *Ulva lactuca*» قد حدث له عطب وتلف، عندما وضع في وسط خال من البكتيريا المصاحبة له .

والإفرازات المختلفة، التي تفرزها الطحالب، والمواد الأخرى التي تكونها البكتيريا من هذه الإفرازات، إنما تلعب دورا مهما في حياة الطحالب، وفي حياة الكائنات الحية الأخرى في البيئة البحرية، وقد أكد ذلك كثير من الباحثين .

أما البيئة البحرية الكويتية، فإنها لم تتعرض لدراسة الفلورا البكتيرية المتمركزة حول الطحالب البحرية، الموجودة في مياه الخليج العربي بالكويت. ولهذا فقد قام دياب ومتولي (١٩٨٢) بدراسة التركيزات البكتيرية المختلفة المصاحبة لبعض الطحالب البحرية، ومقارنتها مع المحتوى البكتيري لماء البحر البعيد عن الطحلب. يتبع ذلك دراسة الأنواع البكتيرية المحبة

للحرارة العالية، واحتياجاتها الغذائية المختلفة. ولهذا الغـرض فقد جمعت عينات من الطحالب البنية في الخليج العربي، مواجهة لمنطقة السالمية، على بعد كيلو متر واحد من الشاطىء.

والنتائج المدونة في جدول (٢٠)، والموضحـة في شكل (٣٧، ٣٨) تبين أن أعلى تـركيز للبكتـيريا العـادية والبكتـيريا المحبـة للحرارة، أمكن الحصول عليه، كان من حول الطحلب اكتوكاربس Ectocarpus، والطحلب سكيتوسيفون Scytosyphon، حيث أمكن تسجيـل ٩٢٠٠± ٤٠٠ × ١٠^٣ خلية بكتيرية لكل سم^٣ من الـطحلب اكتوكـاربس، عدد ٨٠٠٠± ٤٦٢ × ١٠^٣ خلية بكتيرية لكل سم^٣ من الطحلب سكيتوسيفون، وذلك للبكتيريا المحبة لدرجة الحرارة العادية. أما في حالة البكتيريا المحبة لدرجة الحـرارة المرتفعة، فقد أمكن تسجيل عدد ٦٨± ٧,٥ ×١٠^٣ خلية بكتيرية من حول الطحلب أكتوكاربس، وعدد ١٩٧± ٨,٨٠ × ١٠^٣ خلية بكتيرية من حول الطحلب سكيتوسيفون، أما التركيزات البكتيرية حول الطحالب المختلفة، فقد تراوحت بين ٦ × ١٠^٣ خلية فقط لكل سم^٣ حول الطحلب سيتوسيرا، والـطحلب سارجـاسم (القصيع) إلى ٢١× ١٠^٣ خليـة بكتيريـة من حول الطحلب كولبومينيا، وذلك في حالة البكتيريا المحبة للحرارة المرتفعة، أما في حالة البكتيريا المحبة للحرارة العادية، فقد تراوحت التركيزات لكل سم^٣ من الـطحلب من ٦٥٤± ٣٨× ١٠^٣ ـ ٣٣٦± ٥ × ١٠^٣. أمـا المحتـوى البكتيري لماء البحر، إذا ما قورن بمحتوى الطحالب، فقد كان قليلا جدا لم يتعـدَّ ٢٨± ٠,٨ × ١٠^٣ /سم^٣ للبكتـيريـا العـاديـة، ٠,٧± ٠,٠٧ × ١٠^٣ /سم^٣ للبكتيريا المحبة للحرارة العالية.

وترجع زيادة التركيزات البكتيرية حول أكتوكاربس وسكيتوسيفون إلى طبيعة هذه الطحالب، حيث إنها تتكون من خيوط دقيقة، تكسوها طبقات لزجة أحيانا، مما يزيـد المساحـات السطحيـة التي تتكاثـر فيها البكتـيريا. هـذا

على عكس الطحالب الورقية والمفلطحة، مثل باداينا والسرجاسم.

وفي أثناء هذه الدراسة تم عزل وتنقية ١٠٢ مزرعة بكتيرية من الأنواع المحبة للحرارة المرتفعة، ثم درست قدرة هذه المزارع على تحمل درجات الحرارة العالية، وعلى تحليل المواد النشوية، والمواد البروتينية. وقد أثبتت التجارب جدول رقم (٢١) أن جميع هذه المزارع تستطيع النمو في درجات حرارة بين ٢٧ درجة مئوية، ٦٠ درجة مئوية، ولكن ٥٤ عزلة تقريبا من هذه المزارع معزولة من حول طحلب أكتوكاربس، وطحلب كولبومينيا، ومن ماء البحر البعيد عن الطحالب، استطاعت النمو عند ٦٥ درجة مئوية.

وقد أثبتت التجارب أيضا أن البكتيريا المحللة للنشأ قد تتجمع حول الطحالب بنسب أعلى من البكتيريا المحللة للبروتين، وقد تراوحت نسب البكتيريا المحللة للنشأ من ٢٥٪ على طحلب سارجاسم إلى ١٠٠٪ على أغلبية الطحالب. أما نسب البكتيريا المحللة للبروتين، فقد تراوحت بين صفر٪ على طحلب سيتوسيرا، وطحلب باداينا إلى ٥٠ ٪ على طحلب أكتوكاربس. وقد لوحظ أيضا أن المزارع المعزولة من ماء البحر كانت أقل نشاطا من المعزولة من على الطحالب المختلفة، حيث كانت نسبة البكتيريا المحللة للنشأ ١٧٪ فقط (جدول رقم ٢٢).

وعند تعريف هذه المزارع المعزولة تبين أنها تتبع الجنس باسيلس ***Bacillus***، وتضم الأنواع الآتية : (جدول رقم ٢٣) باسيلس بريفز ***Bacillus brevis***، وباسيلس كوأجيولانز ***Bacilus coagulans***، وباسيلس ستياروثرموفيلس ***Bacillus stearothermophilus*** .

وقد تميز الطحلب أكتوكاربس والطحلب كلبومينيا وماء البحر بوجود أعلى نسبة من النوع باسيلس ستياروثرموفيلس (٦٧٪، ٦٤٪، ٧٥٪) على التوالي. أما المزارع المعزولة من على الطحلب باداينا، ومن على الطحلب

سيتوسيرا، فقد كانت جميعها تتبع باسيلس كوأجيولانز.

وقد تم في هذه الدراسة معرفة احتياجات هذه المزارع من الفيتامينات المختلفة من مجموعة فيتامين «ب المركب»، وقد أمكن تقسيم هذه المزارع، تبعا لإحتياجاتها الفيتامينية، إلى المجاميع الآتية :

المجموعة الأولى: وتضم هذه المجموعة المزارع البكتيرية التي أخفقت في النمو على الوسط الغذائي الخالي من خلاصة الخميرة، والوسط الغذائي الذي لم يضف إليه ماء البحر، وهذا يدل على أن خلاصة الخميرة، وماء البحر، كل منهما يستطيع أن يفي بالإحتياجات الغذائية اللازمة لنمو هذه المجموعة عند درجات حرارة عالية. وقد أمكن عزل هذه الأنواع من حول الطحالب الآتية : السرجاسم، وسكيتوسيفون، وسيتوسيرا، وأكتوكاربس، وكولبومينيا .

المجموعة الثانية : وتضم المزارع البكتيرية التي استطاعت النمو على الوسط الغذائي الخالي من خلاصة الخميرة، والخالي من ماء البحر، وأيضا على الوسط الغذائي المضاف إليه خلاصة الخميرة وماء البحر. ولكن في الوقت نفسه أخفقت في النمو على الوسط الغذائي المضاف إليه ماء البحر بدون خلاصة خميرة. هذا يدل على أن هذه المجموعة لها احتياجات غذائية بسيطة، ولكن في وجود ماء البحر يصبح لها احتياجات غذائية معقدة، أي تحتاج لنموها في وجود ماء البحر إلى إضافة الفيتامينات المكونة لخلاصة الخميرة. وقد أمكن عزل هذه المزارع البكتيرية من ماء البحر الخالي من الطحالب، وأيضا من حول الطحالب الآتية : كولبومينيا، وأكتوكاربس، وسكيتوسيفون .

المجموعة الثالثة : وتضم هذه المجموعة المزارع البكتيرية التي لاتستطيع النمو على الأوساط الغذائية المستعملة، إلا بعد إضافة خلاصة

الخميرة، وهذا يدل على أن خلاصة الخميرة فقط هي التي تستطيع أن تفي بالإحتياجات الفيتامينية المختلفة . وقد أمكن عزل هذه المزارع من ماء البحر، ومن حول الطحالب الآتية : كولبومينيا ، وسكيتوسيفون، والسرجاسم .

المجموعة الرابعة : وتضم مزرعة بكتيرية واحدة، أمكن عزلها من حول طحلب سكيتوسيفون. وقد استطاعت هذه المزرعة أن تنمو على الوسط الغذائي العادي بدون إضافة خلاصة خميرة أو ماء بحر. أما عند إضافة خلاصة الخميرة، أو ماء البحر، كل على حدة، فإن هذه المزرعة أخفقت في النمو. ولكن عند إضافة خليط من الاثنين استطاعت النمو. هذه النتائج تدل على أن هذه المزرعة ذات احتياجات غذائية بسيطة. ولكن عند إضافة ماء البحر تصبح في حاجة إلى خلاصة الخميرة، وعند إضافة خلاصة الخميرة، فإنها أيضا لاتستطيع أن تفي بالإحتياجات اللازمة للنمو، ولكن الإثنين معا يصبح لهما القدرة على توفير الإحتياجات الغذائية اللازمة عند درجات الحرارة العالية .

المجموعة الخامسة : وتضم هذه المجموعة مزرعتين، أمكن عزل إحدهما من ماء البحر والأخرى من حول طحلب سكيتوسيفون. وقد أخفقت هذه المزارع في النمو إلا في وجود ماء البحر. وهذا يدل على أن ماء البحر يحتوى على احتياجات غذائية لازمة لنمو بعض البكتيريا عند درجات حرارة عالية. وقد لاحظ ذلك دياب ١٩٧٨ عندما وجد أن إضافة ماء البحر إلى الوسط الغذائي «الآجار المغذي» يتسبب في زيادة عدد المستعمرات النامية عند درجات حرارة عالية .

المجموعة السادسة : وتحتوي هذه المجموعة على مزرعتين أمكن عزلهما من حول طحلب السرجاسم. وتمتاز هذه المجموعة بعدم القدرة على النمو

في الوسط الغذائي المستغمل في وجود أو عدم وجود ماء البحر، أو خلاصة الخميرة. ولكن عند إضافة خلاصة الخميرة مع ماء البحر إلى الوسط الغذائي أمكن لهذه المجموعة النمو على هذا الوسط الغذائي. وهذا يدل على أن ماء البحر مع خلاصة الخميرة يمكن لهما أن يفيا بالإحتياجات اللازمة، التى لايمكن لكل منهم منفردا أن يقوم بهذا الغرض. وتختلف هذه المجموعة عن المجموعة رقم (٤) في عدم قدرتها على النمو على الوسط الغذائي البسيط غير المضاف إليه ماء البحر، أو خلاصة الخميرة.

مما سبق يمكن ملاحظة أن الإحتياجات الغذائية للبكتيريا البحرية تختلف باختلاف نوعية الطحلب الذي عزلت من سطحه... ولذلك يمكن تلخيص توزيع المجموعات البكتيرية، بالنسبة للطحالب، على أساس الاحتياجات الفيتامينية كالآتي:

- طحلب اكتوكاربس: يحتوي على مجموعات بكتيرية من المجموعة الأولى والثانية فقط.
- طحلب سكيتوسيفون: يحتوي على خمس من المجموعات السابقة.
- طحلب سيتوسيرا: لا يحتوي إلا على المجموعة رقم (١) فقط.
- طحلب السرجاسم: يحتوي على ثلاثة مجموعات، هي المجموعة رقم (١)، ورقم (٣)، ورقم (٦).
- طحلب كولبومينيا: يحتوي على ثلاث من المجموعات الأولى فقط.
- طحلب بادراينا: لايحتوي على أي من المجموعات السابقة، أي إن جميع البكتيريا المتمركزة حول هذا الطحلب لها احتياجات غذائية بسيطة، ولا تحتاج إلى الفيتامينات المكون لخلاصة الخميرة.
- أما ماء البحر البعيد عن سطح الطحالب، فإنه يحتوي على ثلاث مجموعات، هي المجموعة رقم (٢)، ورقم (٣)، ورقم (٥).

وقد درست احتياجات كل من المزارع البكتيرية التي تحتاج لنموها إلى الفيتامينات المختلفة المكونة لخلاصة الخميرة، وتم معرفة احتياج كل مزرعة من كل من هذه الفيتامينات، وتبعا لذلك أمكن ترتيب هذه المزارع إلى ١٧ مجموعة، كما هو مبين في الجدول الآتي :

احتياجات البكتيريا المحبة للحرارة العالية للفيتامينات المختلفة عند درجة التحضين ٥٥ درجة مئوية

م	الاحتياجات الفيتامينية	النوع البكتيري	عدد السلالات
١	خلاصة الخميرة كلها	باسيلس بريفز (٢٦)	١
٢	أي من مجموعة فيتامين ب المركب	باسيلس كوأجيولانز (١٩، ٢١، ٤١، ٤٦) باسيلس ستياروثرموفيلس (٦٠)	٤ ١
٣	بيوتين أو حمض فوليك أو أنوزيتول أو نيكوتين أميد أو حمض بنتوثينيك أو بارا حمض البنزويك الأميني	باسيلس ستياروثرموفيلس (٤٨، ٥٦)	٢
٤	بيوتين أو حمض فوليك أو أونوزيتول أو بيريدوكسين أو ريبوفلافين	باسيلس بريفز (٢٥)	١
٥	حمض فوليك أو أونوزيتول أو حمض بانتوثينك أو بارا حمض البنزويك الأميني أو ريبوفلافين	باسيلس ستياروثرموفيلس (٥٥)	١
٦	بيوتين أو أنوزيتول أو بيريدوكسين أو ريبوفلافين	باسيلس كوأجيولانز (٤٢)	١
٧	حمض فوليك أو نيكوتين أميد أو حمض بانتوثينيك أو بارا حمض البنزويك الأميني	باسيلس ستياروثرموفيلس (٨، ١٠، ١١، ٣٧، ٣٨، ٣٩، ٥٨)	٧
٨	أونوزيتول أو نيكوتين أميد أو بارا حمض البنزويك أميني أو ريبوفلافين	باسيلس كوأجيولانز (٤٢)	١

م	الإحتياجات الفيتامينية	النوع البكتيري	عدد السلالات
٩	بيوتين أو أونوزيتول أو بيريدوكسين	باسيلس كوأجيولانز (٤٤)	١
١٠	حمض فوليك أو نيكوتين آميد أو حمض بانتوثينيك	باسيلس ستياروثرموفيلس (٥٤، ٥٥)	٢
١١	حمض فوليك أو نيكوتين آميد أو بارا حمض البنزويك الأميني	باسيلس ستياروثرموفيلس (٦، ٧)	٢
١٢	حمض فوليك أو حمض بانتوثينيك أو بارا حمض البنزويك الأميني	باسيلس ستيارو اكتوكاربس (١، ٢، ٩)	٣
١٣	نيكوتين آميد أو حمض بانتوثينيك أو بارا حامض البنزويك الأميني	باسيلس كوأجيولانز (١٦، ١٧)	٢
١٤	حمض فوليك أو بارا حامض البنزويك الأميني	باسيلس كوأجيولانز (١٦، ١٧)	٢
١٥	حمض فوليك أو بيريدوكسين	باسيلس كوأجيولانز (٤٦)	١
١٦	نيكوتين آميد أو بيريدوكسين	باسيلس بريفز (١٧)	١
١٧	حمض بانتوثينيك	باسيلين كوأجيولانز (١٣، ١٤، ١٥، ١٨)	٤

جدول رقم (٢٠)

أعداد البكتيريا البحرية العادية والمحبة لدرجات الحرارة العالية المصاحبة لبعض أنواع من الطحالب البحرية البنية .

ويوضح الجدول أيضا أعداد البكتيريا الموجودة في ماء البحر ونسبة البكتيريا الموجود حول الطحالب (ط) إلى الموجودة في ماء البحر (ر) بعيدة عن تأثير الطحالب .

اسم الطحلب		تركيز البكتيريا × ١٠^٣/ ١٠٠سم^٣			
		البكتيريا العادية	ط/ر	البكتيريا المحبة لدرجة حرارة عالية	ط/ر
أكتوكاربس	Ectocarpus sp.	٩٢٠٠± ٤٠٠	٣٢٩	٦٨ ± ٧,٥	٦٧
سكيتوسيفون	Scytosyphon sp.	٨٠٠٠± ٤٦٢	٢٨٦	١٩٧± ٨,٨	٢٨١
سيتوسيرا	Cytoseira sp.	٦٥٤ ± ٣٨	٢٣	٦ ± ١,١	٩
سارجاسم	Sargassum sp.	٦٤٥ ± ٥١	٢٣	٦ ± ١,١	٩
كولبومينيا	Colpomenia sp.	٥١٣ ± ١٣	١٨	٢١ ± ٠,٨	٣٠
باداينا	Padina sp.	٣٣٦ ± ٥	١,٣	١١ ± ١,٣	١٦
ماء البحر		٢٨± ٠,٨		٠,٧± ٠,٠٧	

جدول رقم (٢١)

قـدرة البكتيريـا البحريـة المحبة لـدرجة الحـرارة العاليـة المصاحبـة للطحـالب والموجودة في ماء البحر على النمو عند درجات حرارة مختلفة.

اسـم الطحلب		درجات الحرارة (س°)				
		أعداد البكتيريا المعزولة	٢٧م°	٥٥م°	٦٠م°	٦٥م°
أكتوكاربس	Ectocarpus sp.	٢٤	٢٤	٢٤	٢٤	١٦
سكيتوسيفون	Scytosyphon sp.	١٢	١٢	١٢	١٢	٤
سيتوسيرا	Cytoseira sp.	٦	٦	٦	٦	٠
سارجاسم	Sargassum sp.	٨	٨	٨	٨	٢
كولبومينيا	Colpomenia sp.	٢٢	٢٢	٢٢	٢٢	١٤
باداينا	Padina sp.	٦	٦	٦	٦	٠
ماء البـحر		٢٤	٢٤	٢٤	٢٤	١٨
المجمـوع		١٠٢	١٠٢	١٠٢	١٠٢	٥٤

جدول رقم (٢٢)

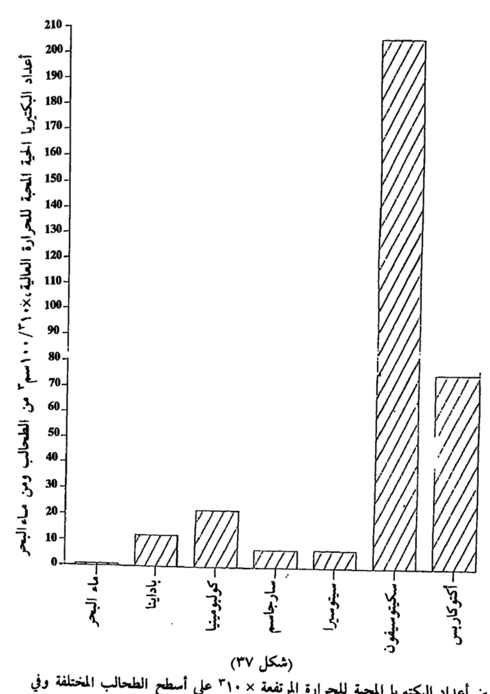
قدرة البكتيريا المحبة لدرجة الحرارة العالية المعزولة من الطحالب البحرية ومن ماء البحر على تحليل المواد البروتينية والمواد النشوية.

اسم الطحلب		أعداد البكتريا المعزولة	نسبة محللات النشأ	نسبة محللات البروتين
أكتوكاربس	Ectocarpus sp.	٢٤	٧٥	٥٠
سكيتوسيفون	Scytosyphon sp.	١٢	١٠٠	٣٣
سيتوسيرا	Cytoseira sp.	٦	١٠٠	٠
سارجاسم	Sargassum sp.	٨	٢٥	٢٥
كولبومينا	Colpomenia sp.	٢٢	١٠٠	٢٣
باداينا	Padina sp.	٦	١٠٠	٠
ماء البحر		٢٤	١٧	٢٩
المجموع		١٠٢	٥١٧	١٦٠

جدول رقم (٢٣)

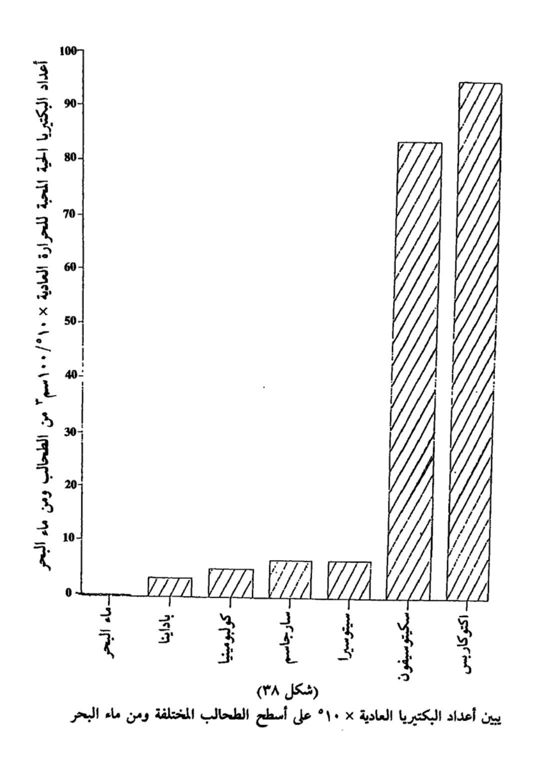
توزيع الأنواع البكتيرية المختلفة من الجنس باسيلس المصاحبة للطحالب البحرية البنية وفي ماء البحر.

اسم الطحلب	أعداد البكتيريا المعزولة	النسبة المئوية		
		باسيلس بريفز	باسيلس كوأجيولانز	باسيلس ستياروثرموفيلس
أكتوكاربس Ectocarpus sp.	٢٤	١٧	١٧	٦٧
سكيتوسيفون Scytosyphon sp.	١٢	٠٠	٦٧	٣٣
سيتوسيرا Cytoseira sp.	٦	٠٠	١٠٠	٠٠
سارجاسم Sargassum sp.	٨	٥٠	٢٥	٢٥
كولبومينا Colpomenia sp.	٢٢	٠٠	٣٦	٦٤
بادابنا Padina sp.	٦	٠٠	١٠٠	٠٠
ماء البحر	٢٤	١٧	٨	٧٥
المجموع	١٠٢	٨٤	٣٥٣	٢٦٤



(شكل ٣٧)

يبين أعداد البكتيريا المحبة للحرارة المرتفعة × ٣١٠ على أسطح الطحالب المختلفة وفي ماء البحر .



(شكل ٣٨)

يبين أعداد البكتيريا العادية × ١٠٥ على أسطح الطحالب المختلفة ومن ماء البحر

البكتيريا البحرية التي تحلل زيت البترول في البيئة البحرية الكويتية

أدت زيادة الاستكشافات البترولية في البحار إلى زيادة الكميات المتسربة إلى البيئة البحرية من زيت البترول، مما أدى تبعاً لذلك إلى تلوث البيئة البحرية. وقد ينتج نتيجة لهذا التلوث بقعٌ نفطية تصل إلى ٣٠ كيلومتراً من مصدر التلوث الذي هو موقع التنقيب عن زيت البترول.

وقد قدر أن الملوثات النفطية في البيئة البحرية التي تنتج عن الأنشطة المختلفة للانسان تصل إلى حوالي مليون طن سنوياً. علماً بأن ٤٪ فقط من هذه الملوثات يأتي نتيجة للحوادث المختلفة لناقلات النفط، أما الـ ٩٦٪ الأخرى فهي نتيجة للعمليات التي يقوم بها الإنسان، مثل إلقاء مياه التوازن من شاحنات النفط والتي تحتوي على كميات من البترول تصل إلى حوالي ١٠٠٠طن عندما تكون حمولة الشاحنة ٢٥٠٫٠٠٠ طن، وكذلك في موانىء الشحن عند تحميل وتفريغ الشاحنات، ومراحل إنتاج البترول في أعماق البحار.

ويأتي تأثير البترول في البحار عن طريق تكوين طبقة رقيقة من الزيت على سطح الماء تمنع التبادل الغازي بين الماء والهواء، ويتسبب عن ذلك قلة الأكسيجين الذائب في الماء، مما يؤدي إلى نقص الأكسيجين الذي تحتاج إليه الأسماك والعوالق النباتية Phytoplanktons وبقية الكائنات البحرية الأخرى، وبالتالي إلى زيادة ثاني أكسيد الكربون. وتنتج العوالق النباتية ٧٠٪ من المواد العضوية في البحار والمحيطات فإذا فقدت الأكسجين ماتت وهذا ينعكس بدوره على حياة الأسماك والربيان والكائنات الحية الأخرى في البحار، التي تتغذى على هذه النباتات.

كما أن التلوث النفطي في البحار يؤثر على الطيور المائية فقد مات بسبب تلوث مياه الخليج العربي بالنفط خلال فترة غزو الكويت الآلاف من

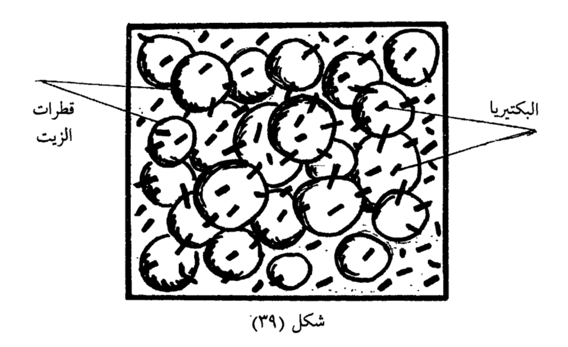
الطيور البحرية، كما أنه قد قدر عدد الطيور التي تموت في انجلترا وحدها بحوالي ٥٠ ـ ٢٥٠ ألف طائر سنوياً متسمماً بالنفط. . وهناك جانب آخر وهو تراكم المواد الهيدروكربونية في أجسام الكائنات المائية، وتسبب لها سرطانات مختلفة، وقد تنتقل تلك المواد المسرطنة إلى الانسان، وتصيبه بالسرطان.

وبعد تبخر الأجزاء المتطايرة من البترول، يتعرض الجزء المتبقي إلى التحليل البيولوجي Biodegradation، وتتم هذه العملية عن طريق الكائنات الحية الدقيقة الموجودة في البيئة المائية.

وتعتمد عملية التحلل البيولوجي في البيئة البحرية على عدة عوامل أهمها:

* وفرة الكائنات الدقيقة في البيئة البحرية وخاصة الكائنات المحللة لزيت البترول.
* كمية الأكسيجين الذائب في الماء حتى تنشط الكائنات الدقيقة في عملية التحليل.
* الحالة الطبيعية للمواد النفطية من حيث اللزوجة.
* درجة الحرارة في موقع التلوث.

ومن الكائنات الدقيقة تُعَدُّ البكتيريا والفطريات من أهم الكائنات التي لها القدرة على تحليل المواد النفطية. وقد قام كثير من الباحثين بدراسة لهذه الكائنات، وقدرتها على تحليل المواد النفطية، حيث تهاجم البكتيريا المحللة قطرات الزيت الملوثة للموقع، شكل (٣٩) ويتم التحلل في المنطقة الفاصلة (الغشاء) بين قطرة الزيت والماء.



شكل (٣٩)

وقد أشار الكثير من البحوث إلى أن زيادة تركيز البكتيريا المحللة لزيت البترول في موقع ما، ما هي إلا دليل على وجود ملوثات نفطية بهذا الموقع، وكذلك يعكس تاريخ تعرض هذا الموقع للتلوث، فعندما غرقت ناقلة النفط Amoco Cadiz. في عام ١٩٧٨ تسرب منها حوالي ١٩٠٠٠٠ طن متري من البترول إلى البيئة البحرية، وبعد ذلك بشهور استطاع أحد الباحثين أن يؤكد أن تركيزات البكتيريا المحللة لزيت البترول قد إزدادت في الموقع إلى حوالي ضعف ما كانت عليه قبل غرق الناقلة. وبعد أن إنتهى التلوث واختفت الملوثات النفطية من الموقع بفعل البكتيريا المحللة للنفط عادت أعداد البكتيريا المحللة إلى ما كانت عليه قبل غرق الناقلة.

وبعد أن تطايرت المواد القابلة للتطاير بواسطة الحرارة وتعرض المياه الملوثة للهواء بواسطة التيارات المائية، تم تحليل ٨٠٪ من المواد الهيدروكربونية الأليفاتية والعطرية Aromatics بيولوجيا وذلك خلال سبعة

شهور من تاريخ غرق الناقلة، وكانت كمية المواد المتحللة أسبوعياً تقدر بحوالي ٩٠٠ طن مترى من المواد النفطية.

مما سبق يتضح أن تركيز البكتيريا المحللة لزيت البترول في موقع ما يجعل مقياساً ودليلاً حساساً على مدى تعرض هذا الموقع للتلوث بالمواد النفطية، وفي هذا المجال بيّن Atlas (١٩٨١) أنه في المواقع والبيئات غير الملوثة بالنفط لا تتعدّى نسبة البكتيريا المحللة لزيت البترول ١,٠٪.

وقد لفت انتباه بعض الباحثين عملية التنشيط الصناعي حتى تتم عملية التحلل البيولوجي للمواد النفطية التي تلوث البيئة المختلفة بفترة زمنية قصيرة، وقد قام بعض الباحثين بإجراء عملية الحقن البكتيري Bacterial Inoculation للبيئات الملوثة ببكتيريا لها المقدرة على عملية التحلل البيولوجي للنفط. ولم تأت هذه الطريقة إلا بعد دراسات عديدة لمعرفة طبيعة هذه الكائنات وتركيزاتها المختلفة المطلوبة خلال فصول السنة.

وقد أوضح Cock (١٩٨٢) ان هناك مركبين تجاريين أمكن تحضيرهما واستعمالهما في تنقية الشواطىء الملوثة بالنفط. ويحتوي كل مركب من هذين المركبين على خليط من الكائنات الحية الدقيقة التي لها القدرة على القيام بعملية التحلل البيولوجي.

ولا تتوقف عملية التحلل البيولوجي على توافر البكتيريا المحللة للبترول فقط، ولكنها تتأثر أيضاً بعدة عوامل بيئية مختلفة لها دور فعال في إتمام عملية التحلل. ومن أهم هذه العوامل:

١ ـ الحالة الفيزيائية للملوثات النفطية

قد تذوب التركيزات القليلة من الملوثات النفطية في الماء، وعليه فهذه الكميات القليلة تكون سهلة التحلل بواسطة البكتيريا، ولكن عندما تكون

تركيزات الملوثات النفطية في البحر كبيرة نتيجة للحوادث البحرية، كغرق ناقلات النفط، يصعب ذوبان هذه الكميات بالبحر وتكون الكمية المذابة محدودة جداً، وهنا لابد من توافر عوامل أخرى تساعد على عملية التحلل. والمعروف أن التحلل يتم في المنطقة الفاصلة حول قطرة الزيت، ولذلك يكون من الضروري تحويل البقع النفطية الكبيرة إلى قطرات صغيرة ليزداد تعرط سطح البترول إلى الماء، ومن ثم تحيط بها البكتيريا ليبدأ التحلل في المنطقة أو الغشاء الفاصل بين الماء وقطرة الزيت. كما أن تحرك هذه القطرات يكون أسهل من تحرك البقع في المنطقة الواحدة من الماء ومن ثَمَّ يكون تعرضها للأكسيجين أكثر، كما أنها تتعرض للمواد الغذائية المهمة اللازمة لنشاط البكتيريا والكائنات الدقيقة التي تحلل البترول وبقية الملوثات النفطية، وقد استعمل بعض الباحثين موادَّ مشتِّتةً Dispersants للبقع النفطية لتحويل تلك البقع إلى قطرات يسهل على الكائنات الدقيقة تحليلها، ومن الضرورة التأكد أن تلك المواد ليس لها تأثير على الكائنات البحرية أو البيئة البحرية بمجملها. وقد وجد أيضاً أن هناك الكثير من الكائنات الدقيقة التي تستطيع تحليل المواد النفطية، لها القدرة أيضاً على عملية تحويل البقع النفطية إلى قطرات صغيرة، ومن أمثال تلك الكائنات الأنواع التالية من البكتيريا:

Pseudomonas, Arthrobacter, Corynebacteria..

٢ ـ درجة الحرارة

أثبت معظم الباحثين في مجال التحليل البيولوجي للملوثات النفطية أن لدرجة الحرارة تأثيراً مهمًّا لنشاط البكتيريا التي تقوم بعملية التحليل، كما أنهم أثبتوا أن سرعة التحلل للملوثات النفطية تزداد عند درجة حرارة ٢٥ درجة مئوية وتكون أعلى بكثير عند مقارنتها بدرجة حرارة ٥ درجات مئوية، وذكرت بحوث أخرى أن زيوت الآلات تتحلل بسرعة عند درجة حرارة ٢٠ درجة مئوية، أما عند درجة حرارة ٥ درجات مئوية فإن التحلل لا يتم، وفي

حالة درجات الحرارة المنخفضة فإن تطاير المواد الهيدروكربونية ذات الوزن الجزيئي الصغير تكون بطيئة، وبعض من تلك المواد يكون ساماً للكائنات الدقيقة التي تحلل زيت البترول، وهنا تتوقف عملية التحلل البيولوجي تماماً حتى تنشط البكتيريا التي لم تمت في نفس المنطقة لتتكاثر وتقوم بعملية التحلل.

٣ ـ توفر المادة الغذائية

تحتوي مياه البحر على كمية محدودة وضئيلة من مركبات النيتروجين والفسفور ذائبة في الماء، وتلك المركبات تحتاج إليها البكتيريا في أنشطتها المختلفة، ولذلك إذا توفرت هذه الكمية المحددة فإن البكتيريا تنشط نشاطاً محدوداً وبالتالي يمكن أن تقوم هذه البكتيريا بعملية التحلل للملوثات النفطية ذات التركيزات المحدودة. أما إذا كان التلوث ناتجاً عن حوادث ناقلات النفط العملاقة فإن الكميات المحدودة من مركبات النيتروجين والفسفور لاتكفي لتنشيط البكتيريا لتحلّل الكميات الهائلة من الملوثات ولذلك بات من الضروري إضافة هذه المركبات. وللتغلب على سرعة ذوبانها في الماء ومن ثم إنتشارها لمسافات بعيدة عن مركز التلوث استطاع بعض الباحثين تحضير مركب زيتي من الفسفور والنيتروجين يذوب ببطء في ماء البحر. وقد ثبت أهمية الفسفور والنيتروجين في المختبرات حيث تأكد ان اضافتهما يجعل عملية التحلل تصل إلى ٧٠٪ من المواد النفطية خلال ٣ أيام، أما في غياب الفسفور والنيتروجين فإن عملية التحلل تتم ببطء.

٤ ـ الأوكسجين

مياه البحر تحتوي على أكسيجين ذائب فيه ولكن عند وجود طبقة من البترول على سطح البحر فإنها تمنع التبادل الغازي بين الماء والجو. ويعتبر الأكسيجين عاملاً أساسياً في عملية التحلل البيولوجي للملوثات النفطية، وقد قام Ward وزملاؤه في سنة ١٩٨٠ بمقارنة سرعة التحلل للملوثات

النفطية تحت ظروف هوائية وأخرى لا هوائية وذلك في المنطقة التي غرقت فيها ناقلة النفط Amoco Cadez وقد وجدوا أنـه في غياب الأكسيجـين أن ما لا يتجاوز ٥٪ من الملوثات النفطية قد تحلل خلال ٢٢٣ يوما. أما في حالـة توافـر الأكسيجين فإن أكـثر من ٢٠٪ من الملوثات النفـطية قـد تحلل خلال ١٤ يـوما فقط. وفي سنـة ١٩٨١ أوضح Atlas أن عمليـة التحلل البيولـوجي للملوثات النفطية في غياب الأكسيجين عمليـة تكاد تكـون غير مجـدية، ولهـذا فإن المـواد الهيدروكربونية النفطية، عندما تتسرب إلى بيئات لا هوائيـة، كما في الـرواسب المختلفة، فإنها تكون قد حفظت من التحلل البيولوجي.

٥ ـ درجة الملوحة

لدرجة ملوحة ميـاه البحـر أيضاً دور مهم في نشـاط عملية التحلل البيولوجي. فكلما زادت درجة الملوحة قلت سرعة التحلل، وقد أثبت Ward & Brock في سنة ١٩٧٨ هذه الظاهرة، فقد قاما بدراسة تأثير درجة الملوحة في سرعة التحلل البيولوجي في درجات ملوحة مختلفة تبدأ من ٣,٣ ٪ إلى ٢٨ ٪، وقد أثبتا أن عملية التحلل البيولوجية لاتتم فوق تركيز ٢٠ ٪ .

مما سبق يمكن تلخيص الإحتياجات اللازمة لعملية التحلل البيولوجي لزيت البحر في البيئة البحرية كالآتي :

- وجود الكائنات الدقيقة التي لها القدرة على تحليل زيت البترول .
- الظروف البيئية المنـاسبة لنمـو ونشاط هـذه الكائنـات، ومن أهم هذه الظروف ما يلي :
  * درجة الحرارة المناسبة .
  * توافر الظروف الهوائية (توفر الأكسيجين).
  * وجود المادة الغذائية بتركيزات منـاسبة ومن أهم هـذه المواد أمـلاح النيتروجين والفسفور .

* وجود العوامل التي تحول زيت البترول إلى قطرات دقيقة، التي تسمى Dispersants.

ولأهمية البيئة البحرية الكويتية، ولتعرضها المستمر للتلوثات النفطية، فقد قام المؤلفان بدراسة حول البكتيريا التي تحلل زيت البترول في مياه الخليج العربي وذلك بدعم من مجلس حماية البيئة الكويتي، وقد كان سبب الدراسة هو عدم تعرض هذه المنطقة لأي دراسات سابقة عن التحلل البيولوجي لزيت البترول، وأيضاً لوضع حلول بيولوجية لحل مشاكل التلوث النفطي، وتقوم هذه الدراسة على:

- دراسة توزيع وتركيز الكائنات الدقيقة التي تحلل زيت البترول في مواقع مختلفة من مياه الخليج العربي بدولة الكويت.
- دراسة قدرة بعض من هذه الكائنات الدقيقة على تحليل زيت البترول الكويتي تحت ظروف بيئية مختلفة.
- الاستعانة بوفرة وجود هذه الكائنات الدقيقة، كدليل على وجود التلوث بالمواد النفطية.
- إمكانية الاستفادة من هذه الدراسة في المستقبل عن طريق استخدام بعض من الكائنات الدقيقة، التي لها قدرة عالية على تحليل زيت البترول، في التخلص من الزيوت والنفايات النفطية في المناطق التي تتعرض دائما للتلوث بهذه الملوثات.

وقد أجريت هذه الدراسة في ثلاثة مواقع مختلفة في مياه الخليج العربي بالكويت، هي منطقة الشويخ، ومنطقة المنقف، ومنطقة المسيلة (كما هو مبين في الخريطة صفحة ١٧٨)، وقد جمعت عينات المياه شهريا من عمقين مختلفين من كل منطقة (عمق ٣ر٠ أمتار، عمق ٥ أمتار)، وتم تحليلها ميكروبيولوجيا

وكيميائيا، وتم الحصول على مجموعة من النتائج نعرض فيما يلي ملخصاً لبعض منها.

١ ـ تأثير اختلاف الموقع على متوسط تركيز البكتيريا المحللة لزيت البترول:

من خلال الدراسة أمكن الحصول على النتائج التالية:

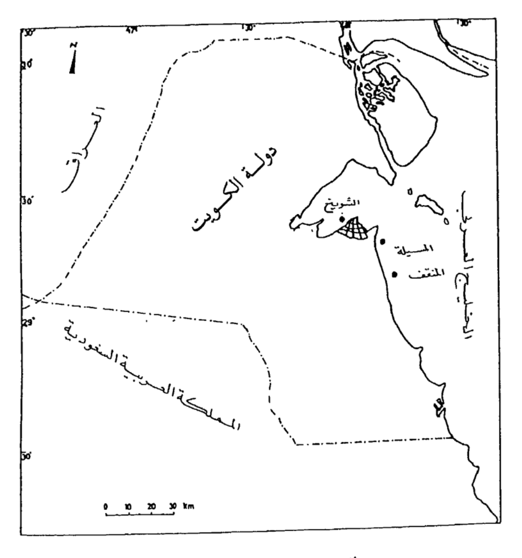
ـ منطقة الشويخ أغنى المناطق الثلاث في عدد البكتيريا المحللة لزيت البترول حيث أمكن تسجيل ٦٤٥٨ ± ٢٠٢٨ خلية بكتيرية في اللتر الواحد.

ـ منطقة المنقف تعتبر الثانية في عدد البكتيريا المحللة وأمكن تسجيل ٣٦٠٤ ± ١٥٣٣ خلية بكتيرية في اللتر الواحد.

ـ تأتي ثالثا منطقة المسيلة حيث سجل ١٩٥٠ ± ٦٠٦ خلية بكتيرية في اللتر الواحد.

ويأتي اختلاف التركيزات السابقة إلى اختلاف المنطقة ومدى تعرضها للملوثات النفطية، فعند إجراء التحاليل الكيميائية أمكن تسجيل المواد الهيدروكربونية في المتوسط السنوي في مياه منطقة الشويخ بما يساوي ٢ ميكروجرام في اللتر الواحد، وفي منطقة المنقف ٤,٠ ميكروجرام في اللتر الواحد، أما في منطقة المسيلة لم يتم تسجيل أي مواد هيدروكربونية خلال فترة الدراسة.

وتعتبر منطقة الشويخ من المناطق المعرضة دائما للتلوث بالمواد النفطية، وهذا ما يشجع على نمو ونشاط الكائنات الدقيقة المحبة للمواد النفطية.. ومما يؤكد هذا القول ما أثبته بعض الباحثين أمثال Atlas & Bartha سنة ١٩٧٣ من أن وفرة وجود البكتيريا المحللة لزيت البترول له علاقة بوجود المواد الهيدروكربونية حتى لو كان ذلك بكميات قليلة، لا يمكن إكتشافها باستعمال



خريطة تبين توزيع مواقع جمع العينات

● مواقع جمع العينات

أجهزة التحاليل الكيميائية، مثل جهاز الكروماتوجراف الغازي «GC». وقد أكد هذان الباحثان هذه الظاهرة، بأن قاما بدراسة البكتيريا المحللة لزيت البترول في مواقع يتسرب إليها كميات من الملوثات النفطية، نتيجة وجود عدد كبير من سفن الشحن، ومواقع أخرى لا تتعرض لمثل هذا التلوث، وقد أثبتا بالفعل وجود تركيزات عالية من البكتيريا المحللة لزيت البترول في المواقع الأولى. وقد أثبت باحث آخر، هو Lebed Mironov (١٩٧٢)، أن وجود البكتيريا المحللة لزيت البترول يكاد يكون معدوما في عينات جمعت من مناطق غير ملوثة بالمواد النفطية، وغير معرضة لأي عامل من عوامل التلوث، وذلك في مواقع من مياه البحر الأسود والمحيط الهندي، ولكن في عينات أخرى أخذت قرب رسو سفن الشحن، وجدت تركزيات تصل إلى ١٠٠٠ خلية بكتيرية في اللتر الواحد من هذه المياه.

٢ ـ تأثير اختلاف العمق على البكتيريا المحللة لزيت البترول

دلت النتائج على أن العمق ٣ر٠ متر هو لعمق المناسب والذي تتوافر فيه أعلى التركيزات من البكتيريا المحللة لزيت البترول، وقد سجل في هذا العمق ٦٢٣٠ ± ١٦٦٦ خلية بكتيرية في الليتر الواحد وعلى عمق ٥ أمتار سجل ١٧٧٧ ± ٣٧٥ خلية بكتيرية. وسبب تركيز البكتيريا المحللة في الطبقة العليا هو توافر كمية من الأكسجين في الطبقة السطحية مما يزيد من نشاط البكتيريا، وقد سجل الكثير من الباحثين نتائج تتشابه مع تلك النتائج التي سجلت في الكويت.

٣ ـ تأثير إختلاف شهور السنة على البكتيريا المحللة لزيت البترول:

دلت النتائج على أن شهور الصيف المتميزة بدرجات الحرارة العالية شكل (٤٧) تتميز بأعلى درجات تركيز من البكتيريا المحللة لزيت البترول (جدول ٢٤) و(شكل ٤٠، ٤١، ٤٢).

وهـذه النتائـج أيضاً تتمشى ـ إلى حـد كبير ـ مـع ما سجله بعض الباحثين من أن وفرة الكائنات الدقيقة خلال شهور الصيف ترجع إلى أنشطة الطحالب المختلفة والتي يكون من نتائج نشاطها إنتاج المواد الغذائية.

وقد استغل بعض الباحثين هذه الظاهـرة، حيث أضافـوا إلى الشواطىء الملوثة طبقات من الطحالب مخلوطة بمادة اليوريا، ومع تهوية مناسبة أمكن معرفة أن ٥٠٪ من الملوثات النفطية تحللت خلال فصل الصيف، أما خلال سنة الدراسة فتم تحليل ٧٠٪ من الملوثات.

٤ ـ النسبة المئوية للبكتيريا المحللة لزيت البترول في مياه الخليـج العربي بالكويت:

بعدما حسبت أعداد البكتيريا الكلية، تم حساب النسبة المئوية للبكتيريا المحللة لزيت البترول بالنسبة لأعـداد البكتيريـا الكلية، وقـد سجلت النتائـج التالية:

ـ منطقة الشويخ تراوحت النسبة بين ٠,٠٥ و ٢,١٪ وهي تعتبر أعـلى النسب.

ـ منطقة المسيلة تراوحت النسبة بين ٠,٠٢ و١,١٪ وهذه المنطقة تعتبر أقل المناطق احتواءً على البكتيريا المحللة لزيت البترول.

وكانت هذه النسب تختلف في كـل منطقـة باختـلاف شهور السنـة (جدول ٢٥)، و(شكل ٤٣، ٤٤).

وقد بين بعض الباحثين أن هناك علاقـة بين زيـادة نسبة البكتـيريا المحللة لزيت البترول في الموقع الملوث وكمية التلوث، قد ذكر Atlas سنة ١٩٨٠ أن نسبة البكتيريا المحللة لزيت البترول في المواقع غير الملوثة لاتتعدى ٠,١٪، وتبعاً لهذه النتيجة فإنه يمكن قياس مدى التلوث في موقع ما بقياس

مقدار الزيادة في نسبة التلوث بزيت البترول عن ١,٠٪.

وتلقي النتائج السابقة ضوءاً على محتوى البيئة البحرية في الكويت من البكتيريا المحللة لزيت البترول، وعلاقة ذلك بالعوامل البيئية المختلفة، أما بالنسبة لطبيعة وأنشطة هذه الكائنات الدقيقة، فقد أمكن الحصول على نتائج أخرى كثيرة منها أنه تم عزل وتنقية ١٠٥٩ مزرعة بكتيرية من المواقع المختلفة بالشويخ والمسيلة والمنقف وذلك خلال فترة الدراسة، وأظهرت نتيجة الفحص الميكروسكوبي أن هذا العدد يضم خمس مجموعات مختلفة هي:

- بكتيريا عصوية سالبة لصبغة جرام ونسبتها ٣٤,٦٪ .
- بكتيريا عصوية موجبة لصبغة جرام ونسبتها ٣٢,٤٪.
- بكتيريا عصوية متغيرة لصبغة جرام ونسبتها ١٦,٧٪.
- بكتيريا كروية موجبة لصبغة جرام ونسبتها ١٠,٦٪ .
- بكتيريا الأكتينوميسيت ونسبتها ٥,٧٪

وأثناء الدراسة اختيرت ٤٧ مزرعة بكتيرية لها القدرة على النمو النشيط في وجود زيت البترول الخام كمصدر وحيدة للطاقة، وتمت دراسة قدرة هذه المعزولات البكتيرية على تحليل زيت البترول وذلك تحت ظروف مختلفة داخل المختبر، وللنسبة العالية من البكتيريا المحللة لزيت البترول التي عزلت من منطقة الشويخ، فإنه يلاحظ أن ٥٠٪ من هذه البكتيريا معزولة من منطقة الشويخ فقط.

وخلال فترة التحضين التي استمرت ٢١ يوما، تبين اختلاف في قدرة البكتيريا المعزولة في تحليلها لزيت البترول، ومن النتائج التي تم التوصل إليها قسمت المزارع إلى خمس مجموعات هي:

المجموعة الأولى: تضم ١٤ مزرعة حللت ما بين ١٤ و٢٣٪ من زيت البترول الخام، وتعتبر هذه المجموعة أنشط المجموعات الخمس. .

المجموعة الثانية: تضم ١٢ مزرعة بكتيرية، بالإضافة لمزرعة واحدة

من بكتيريا الاكتينوميسيت، وتحلل هذه المجموعة مابين ١٠ و١٣٪ من زيت البترول الخام.

المجموعة الثالثة : تضم ١٠ مزارع بكتيرية، تستطيع أن تحلل مابين ٦,٥ و٩,٨٪ من زيت البترول الخام.

المجموعة الرابعة : تضم ٣ مزارع بكتيرية، تستطيع تحليل مابين ٢ و٦٪ من زيت البترول الخام.

المجموعة الخامسة : تضم ٧ مزارع بكتيرية، تستطيع أن تحلل نسبة ضئيلة من زيت البترول الخام لاتتعدى ٠,٥٪.

ونتيجة للتجارب السابقة تم إختيار ٧ مزارع لدراسة مدى قدرتها على تحليل المركبات البراڤينية الموجودة في زيت البترول الكويتي، حيث حضرت أوساط غذائية أضيف إليها زيت البترول كمصدر وحيد للكربون، وأضيف المزارع البكتيرية المختلفة، وتم التحضين في حاضنات لمدة ٢١ يوماً عند درجة حرارة ٣٠° درجة مئوية، بالإضافة إلى تجربة ضابطة «Control» بدون إضافة أي مزرعة بكتيرية، وقد حللت النتائج بعد نهاية التجربة بواسطة جهاز الكروماتوجرافيا الغازية وكان من نتيجة التحاليل ما يلي:

* التجربة الضابطة «Control»: شملت على مركبات برافينية تحتوي على السلسلة الكربونية بين C^{13} و C^{32}.

* المزرعة رقم ٥١٦ : استطاعت أن تتغذى على أجزاء بسيطة من المركبات البرافينية ذات السلسلة الكربونية C_{32}, C_{16}, C_{13}، وقد اختفى تماماً المركب ذو السلسلة الكربونية C_{14}.

* المزرعة رقم ٥١٣ : استطاعت تحليل كمية كبيرة من المركبات البرافينية ذات السلسلة الكربونية التي تحتوي على C_{29}, C_{14}، بالإضافة إلى كميات قليلة من بعض المركبات الأخرى.

* المزرعتان رقم ٥١٩ و٤٤٠ : استطاعت القيام بإزالات جزئية للمركبات البرافينية المختلفة.
* المزرعة رقم ٥٣١ : استطاعت هذه المزرعة إزالة المركبات البرافينية ذات السلسلة الكربونية المحتوية على C_{13} ، C_{15} ، C_{28} ، C_{32} إزالة كاملة، بالإضافة إلى إزالة كبيرة من المركبات التي بين C_{16} ، C_{18}.
* المزرعتان رقم ٤٢٣ ، ٥٢٥ : استطاعت إزالة كمية ضئيلة من المواد البرافينية.

وفي تجربة أخرى استخدم ماء البحر كوسط غذائي طبيعي وأضيف له زيت البترول كمصدر وحيد للكربون. اختيرت ٦ مزارع بكتيرية أخرى، وتم التحضين لمدة ٢١ يوماً عند درجة حرارة ٣٠ درجة مئوية وإجراء التحليل لزيت البترول المتبقي بواسطة جهاز الكروماتوجرافيا الغازي تم تسجيل النتائج التالية (جدول ٢٦ ، وشكل ٤٥).

- عند استعمال ماء البحر بدون إضافة مركبات النيتروجين والفسفور، تراوحت نسبة الزيت المتحلل من ٠,٥٪ (للمزرعة رقم ٦) إلى ٨,١٪ (للمزرعة رقم ٤).
- عند استعمال ماء البحر المعقم بدون إضافة مركبات النيتروجين والفسفور إزدادت نسبة الزيت المتحللة، وتراوحت بين ١٠,٦٪ و ١٥,٥٪ .
- عند استعمال ماء البحر بدون تعقيم وإضافة مركبات النيتروجين والفسفور، ازدادت نسبة الزيت المتحللة وتراوحت بين ٢٣,٢ و ٢٧,٦٪ .

يلاحظ من النتائج السابقة أن العامل المهم لنشاط البكتيريا المحللة لزيت البترول في مياه الخليج العربي هو توفر المركبات الغذائية وبالأخص مركبات الفسفور والنيتروجين. وقد أكدت هذا الرأي التجربة الخاصة

بإضافة ماء البحر غير المعقم كوسط غذائي بإضافة مركبات النيتروجين والفسفور، و(الشكل ٤٦) يظهر التباين الواضح في كمية البترول المتحللة في وجود ماء البحر كوسط غذائي مع وجود وعدم وجود المركبات الغذائية. كما ان التحاليل التي تم الحصول عليها بواسطة جهاز الكروماتوجرافيا الغازية أظهرت أن ماء البحر المضاف إليه مركبات الفسفور والنيتروجين يعتبر وسطاً مناسباً، حيث أمكن للبكتيريا المحقونة في هذا الوسط مع البكتيريا الموجودة أصلاً في ماء البحر أن تتغذى على معظم زيت البترول المضاف.

وتظهر الأشكال ٤٨ و٤٩ و٥٠ و٥١ صوراً لمستعمرات بكتيرية وصور ميكروسكوبية لأنواع مختلفة من البكتيريا المعزولة من مياه الخليج العربي التي لها القدرة على النمو في وجود زيت البترول.

جدول رقم (٢٤)

متوسط التركيزات للبكتيريا المحللة لزيت البترول خلال شهور السنة

الشهر	التركيز في اللتر الواحد (خلية بكتيرية في اللتر الواحد)
يناير	٢٥٣٣ ± ٦٠٦
فبراير	٧٠٠ ± ٣٨٤
مارس	١١٣٣ ± ٦٤٨
أبريل	٩٦٧ ± ١٢٣
مايو	١٢٦٧ ± ٢٢٢
يونيو	١٣١٥٠ ± ٧٩٤٤
يوليو	٣٢٠١ ± ٢٣٧٢
أغسطس	١٣٥٠٠ ± ٤٠٦٦
سبتمبر	٥٥٨٣ ± ١٢٥٤
أكتوبر	١٩٣٣ ± ٦٨٤
نوفمبر	١٨١٧ ± ٨٤١
ديسمبر	٢٢٦٦ ± ٤١٨

جدول رقم (٢٥)

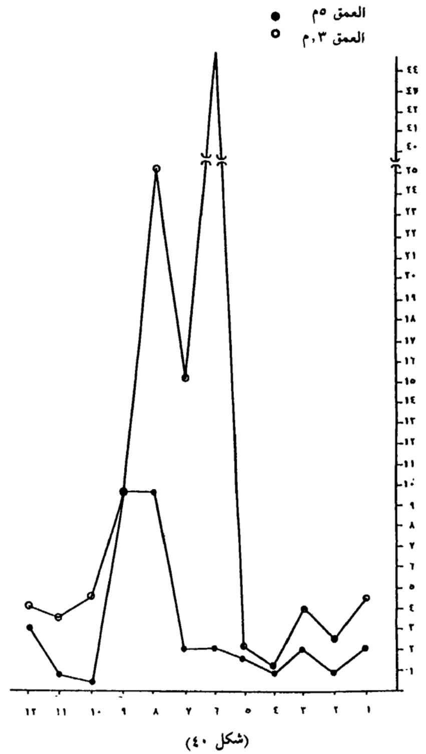
مدى النسبة المئوية للبكتيريا المحللة لزيت البترول في المواقع المختلفة التي درست محسوبة على أساس متوسط مجموع النتائج خلال ١٢ شهرا (يناير - ديسمبر ١٩٨٥).

الموقع	مدى النسبة
الشويخ	٠,٠٥ — ٢,١ ٪
المسيلة	٠,٠٢ — ١,١ ٪
المنقف	٠,٠٢ — ٠,٨ ٪

جدول رقم (٢٦)

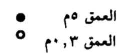
قدرة بعض أنواع من البكتيريا المعزولة من المناطق المختلفة على استهلاك زيت البترول في وجود وفي عدم وجود مركبات النيتروجين والفوسفور.

م	رقم المزرعة البكتيرية	النسبة المئوية لزيت البترول المستهلك		
		ماء البحر فقط	ماء البحر + مركبات النتروجين والفوسفور	ماء البحر المعقم + مركبات النتروجين والفوسفور
١	٦١٣	٣,٤	٢٣,٣	١٠,٨
٢	٧٠١	٧,٨	٢٣,٢	١٠,٦
٣	٧١٧	٦,٧	٢٣,٨	١١,١
٤	٧٨١	٨,١	٢٥,٣	١٥,٥
٥	٧٨٨	٤,٢	٢٣,٥	١٠,٨
٦	٧٩٢	٠,٥	٢٧,٦	١٣,٨
خليط من المزارع		٦,٦	٢٣,١	٧,٦



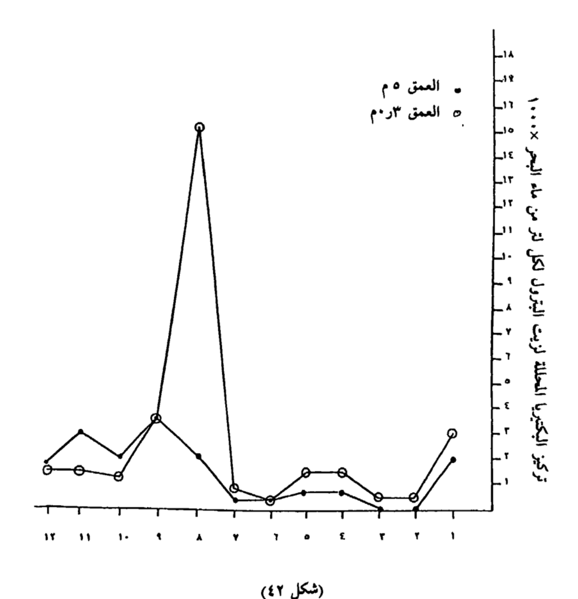
(شكل ٤٠)

يبين العلاقة بين التركيزات المختلفة للبكتيريا المحللة لزيت البترول وشهور السنة المختلفة، وذلك في منطقة الشويخ . (١ - ١٢ شهور السنة)



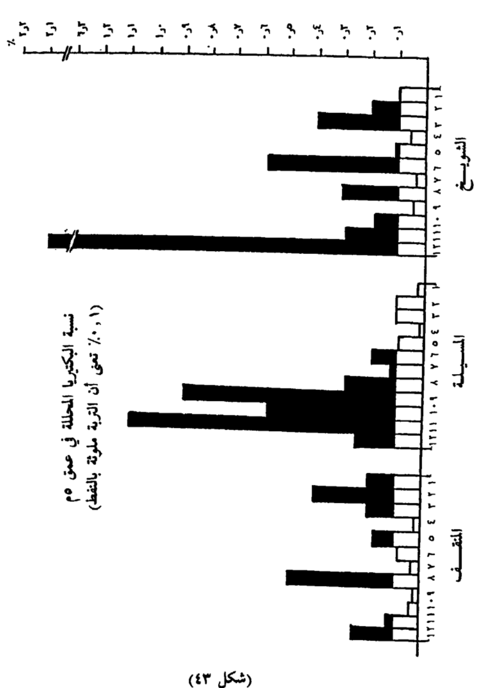
(شكل ٤١)

يبين العلاقة بين التركيزات المختلفة للبكتيريا المحللة لزيت البترول وشهور السنة المختلفة في منطقة المنقف. (١ - ١٢ شهور السنة)



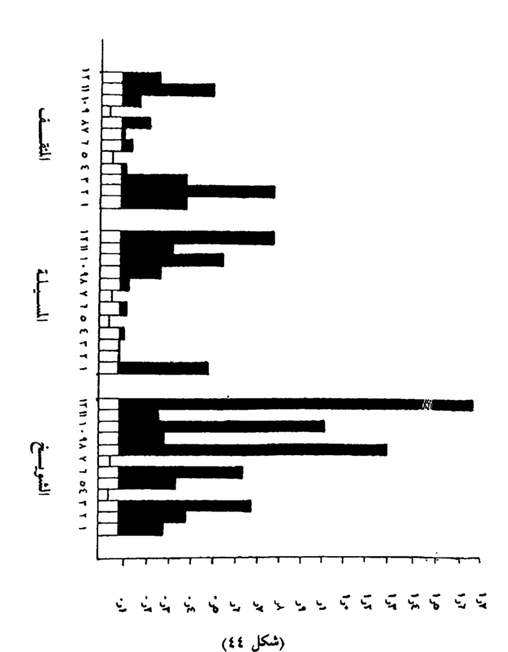
(شكل ٤٢)

يبين العلاقة بين التركيزات المختلفة للبكتيريا المحللة لزيت البترول في منطقة المسيلة وشهور السنة المختلفة (الأرقام من ١ ـ ١٢ تعنى تسلسل شور السنة)



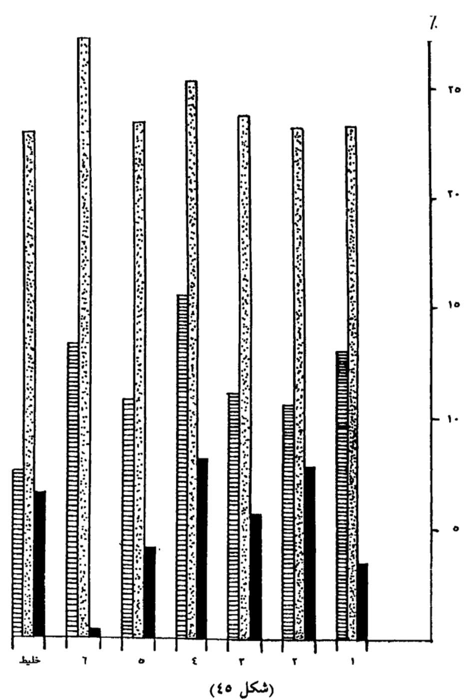
(شكل ٤٣)

يبين النسبة المئوية للبكتيريا المحللة لزيت البترول في منطقة الشويخ، المسيلة، المنقف، خلال شهور السنة المختلفة وذلك في العمق ٥م (الأرقام من ١ـ١٢ تعنى تسلسل شهور السنة).



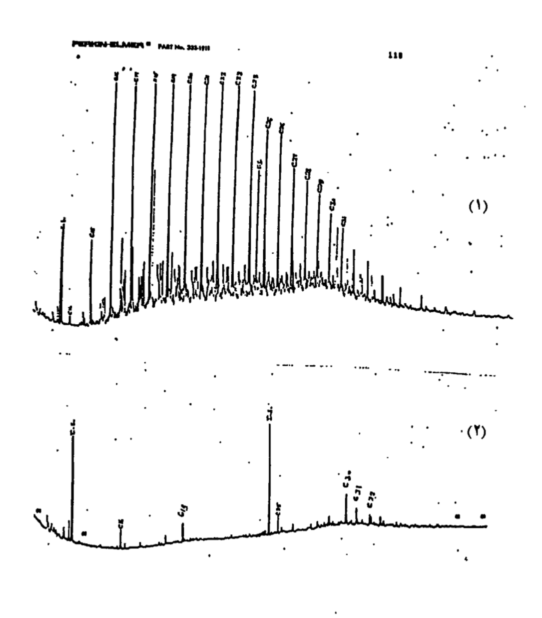
(شكل ٤٤)

يبين النسبة المئوية للبكتيريا المحللة لزيت البترول في منطقة الشويخ والمسيلة والمتقف خلال شهور السنة المختلفة وذلك في العمق ٣ر٠متر (الأرقام ١ ـ ١٢ تعنى تسلسل شهور السنة).



(شكل ٤٥)

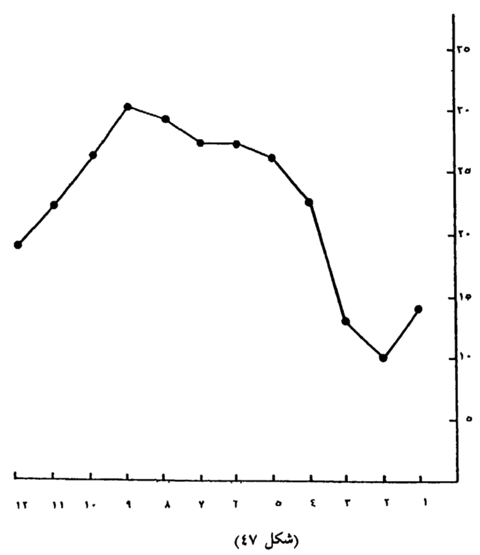
يبين نسبة زيت البترول المتحللة بيولوجيا بوساطة عدد معين من المزارع البكتيرية (١ - ٦) وذلك عند استعمال ماء البحر فقط (■)، ماء البحر المضاف إليه مركبات الفسفور والنيتروجين (▦)، ثم ماء البحر المعقم المضاف إليه مركبات الفسفور والنيتروجين (▤).



(شكل ٤٦)

(١) تحليل بجهاز الكروماتوجرافيا الغازية للألكانات العادية n. alkanes المكونة لزيت البترول الكويتي، وذلك في عدم إضافة مـركبات النيـتروجين والفسفـور إلى ماء البحر .

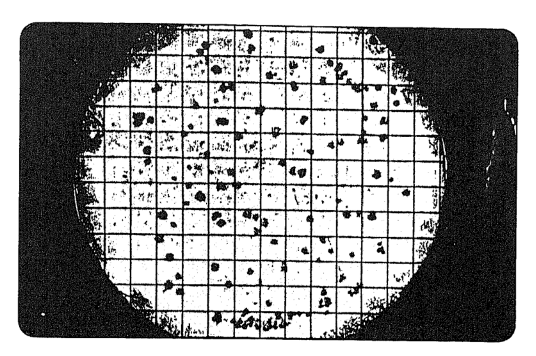
(٢) تحليل بجهاز الكروماتوجرافيا الغازية للمكونات السابقة نفسها، ولكن بعد تعرضها للتحلل بوساطة البكتيريا الموجودة في ماء البحـر بعد إضـافة مـركبات الفسفـور والنيتروجين .

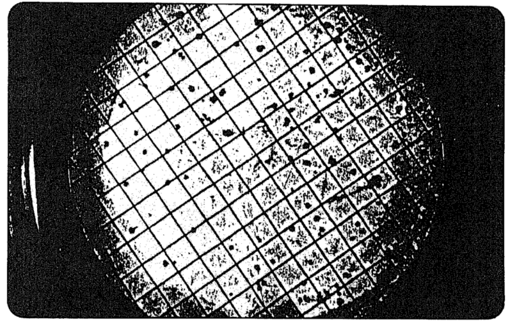


(شكل ٤٧)

يمثل متوسط درجات الحرارة لمياه الخليج خلال شهور السنة المختلفة في الكويت .

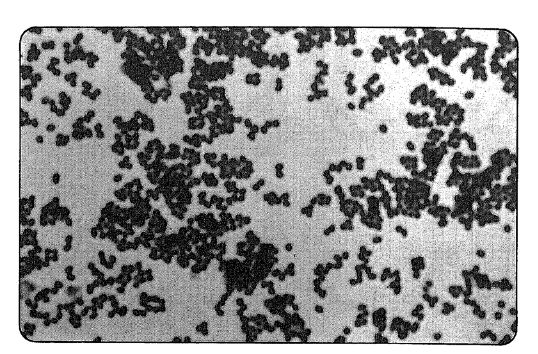
(١ - ١٢ شهور السنة)

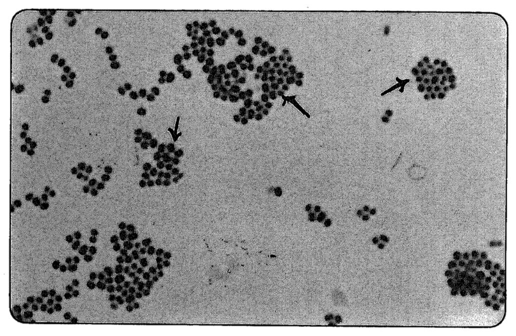




(شكل ٤٨)

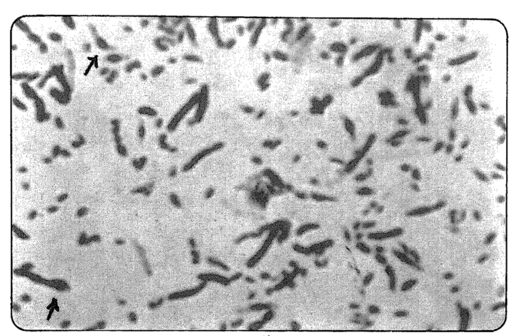
صور فوتوغرافية لمستعمرات بكتيرية نامية على أغشية ترشيح موضوعة فوق وسط غذائي يحتوي على زيت البترول، كمصدر للاحتياجات الغذائية الكربونية .





(شكل ٤٩)

صور مجهرية لأنواع مختلفة من البكتيريا الكروية المعزولة من مياه الخليج، التي لها القدرة على النمو في وجود زيت البترول .



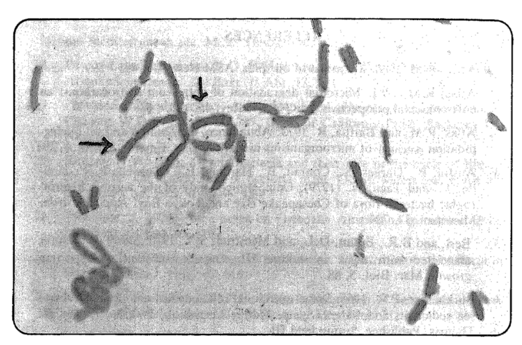
(١)

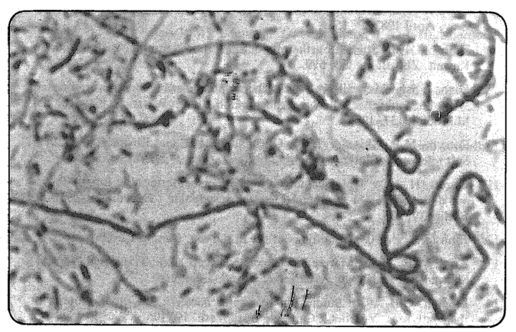
(٢)

(شكل ٥٠)

(١) صورة مجهرية لنوع من البكتيريا العصوية الموجبة لصبغة جرام، التي يرجح أن تكون من جنس أرثر وبكتر Arthrobacter.

(٢) صورة مجهرية لنوع من البكتيريا العصوية السالبة لصبغة جرام من الجنس سيدوموناس Pseudomonas.





(شكل ٥١)

صور ميكروسكوبية لأنواع مختلفة من البكتيريا العصوية الطويلة الموجبة لصبغة جرام المعزولة من مياه الخليج بالكويت، التي لها القدرة على النمو في وجود زيت البترول .

REFERENCES

1. Atlas, R.M. 1980. Microbial of oil spills. ASM News, 46: 495 - 599.

2. Atlas, R.M. 1981. Microbial degradation of petroleum hydrocarbons: an environmental perspective. Microbial. Rev. 45, 180.

3. Atlas, R.M. and Bartha, R. 1973. Abundance, distribution and oil biodegrodation potential of microorganisms in Raritan Bay. Environ.Pollut.4, 291.

4. Austin, B., Garges, S., Conrad, B., Harding, E.E. Colwell, R.R., Simidu, U. and Taga, N. (1979): Comparative study of the aerobic heterotrophic bacterial flora of Chesapeake Bay and Tokyo Bay. Appl. Environ. Microbiol. 37, 704.

5.. Berl, and B.R., Bonin, D.J., and Maestrini, S.Y. 1970: Study of bacteria associated with algae in culture III. Organic substances supporting growth. Mar. Biol. 5, 68.

6. Burkholder, P.R. 1963. Some nutritional relationships among microbes of sea sediments and waters. Symp. Marine Microbiol., P. 133. Charles, C. Thomas, Publisher, Spring field III.

7. Cook J. 1982, Refining - from the microbes point of view. Petroleum Review, April 1982, P: 15.

8. Diab, A. 1978 Studies on thermophilic microorganisms in certain soils in Kuwait. Zbl. Bakt. 133, 579.

9. Diab, A. and Metwalli, A. 1982. Thermophilic Bacilus Species Associated With Phaeophyceae in The Arabian Gulf Shore Water at Kuwait. Zbl Mikrobiol. 137, 197.

10. Forsyth, M.P., Shindler, D.B., Gochnauer, M.B. and Kushner, D.J. 1971: Salt tolerance of intertidal marine bacteria. Can. J. Microbiol. 17, 825.

11. Gazert, H. 1906: Untersuchungen uber Meersbakterien und inhern enflrss auf den stoffwechel in meere (Deusche.) Sudpolar - Expedition, 1901-03, Berline, 7, 235.

12. Johnstone, J. 1908: Conditions of life in the sea. Cambridge Univ. Press.

13. Kriss, A.E. 1963: Marine microbiology (deep sea). Translated by J.M. Shewan and Z. Kabata & Oliver & Boyed, Edinburgh.

14. Lipman, C.B. 1920: Studies on sea water bacteria and other subjects in the south seas. Yearbook Carnegie Inst. Wash. 19, 196.

15. MacLeod, R. A., Onofrey E., and Norres M.E. 1954: Nutrition and metabolism of marine bacteria. I. Survey of nutritional requirements. J. Bacteriol. 68, 680.

16. Mironov, O.G. and Lebed, A 1972. Hydrocarbon oxidizing microorganisms in the North Atlantic. Hydrobiol. J. 8, 71.

17. Omkalthoom Kattab. 1984. Microbiological studies on marine bacteria of

the Mediterranean sea. M.Sc. Thesis. Fac. of Science, Al-Azhar Univ.

18. Otto, M. and Neumann, R.O. 1904: Uber einige Wasseruntersuc hunen in Atlanlischen Ozean. Zbl Bakt. II Abt. 13, 481.

19. Provasoli, L. and Carlucci, A.F. 1964. Algal physiology and biochemistry (Stewart W.D.P. ed) P, 741-787. Univ. of California Press. Barkeley Los Angeles.

20. Reuzer, H.W. 1933: Marine bacteria and their role in the cycle of life in the sea. III The distribution of bacteria in the Ocean waters and muds about Cape Cod. Biol. Bull. 65, 480.

21. Tsukidate, J. 1970, Some notes on Grinnelia Americana in culture. Bull. Jap. Soc. sci. Fish 36, 1109.

22. Tylor, C.B. 1940: Bacteriology of fresh water. 1 Distribution of bacteria in English Lakes. J. Hug. 40, 616.

23. Walker, J.D. and Colwell. R.R. 1976. Enumeration of petroleum degrading microorganisms. Applied and Environ. Microbiol. 31, 198.

24. Ward, D.M. and Brock, T.D. 1978. Anaerobic metabolism of hexadecane in marine sediment. Geomicrobiol. J. 1, 1.

25. Ward, D.M., Atlas, R.M., Boehm, P.D. and Calder, J.A. 1980. Microbial biodegradation and the chemical evolution of amoco Cadiz Oil Pollutants, Ambio, P, 277.

26. ZoBell, C.E. and Feltham. C.B. 1934: Preliminary studies on the distribution and characteristics of marine bacteria. Bull. Scripps Inst. OPceanogr. Tech. Ser. 3. 279.

27. ZoBell, C.E. and Upham. H.C. 1944: A list of marine bacteria including descriptions of sixty new species. Bull. Snripps Inst. Oceanogr. 5, 239

٣٨ ـ البكتيريا والنفط في التربة والبيئة البحرية ١٩٩٢، د. مرزوق يوسف الغنيم، د. علي دياب

الفصل الخامس

البكتيريا في هواء الكويت

مقدمة

معظم أنواع البكتيريا في الهواء ناتجة من مصادر طبيعية مختلفة، مثل التربة والحيوان والإنسان، وكثير من الأنشطة الصناعية، مثل تنقية مياه المجاري، وتربية الماشية، وعمليات التخمر، والأنشطة الزراعية، كل هذا من شأنه أن ينثر البكتيريا والكائنات الدقيقة الأخرى إلى الهواء الجوي.

على الرغم من أن معظم البكتيريا المحمولة هوائيا تكون غير ضارة، إلا أنه تحت ظروف معينة مناسبة من درجات الحرارة، ودرجات الرطوبة، وفي وجود المادة الغذائية تنشط هذه الكائنات الدقيقة، وتلوث المواد الغذائية، والمنتجات الصناعية. والمعروف أن الهواء عبارة عن وسيلة لنقل البكتيريا الممرضة من شخص إلى آخر، وخاصة البكتيريا التي تصيب الأجهزة التنفسية في الإنسان. وقد تكون الكائنات المحمولة هوائيا سببا في تلوث الهواء في مختلف البيئات.

وجمع العينات من الهواء لدراسة محتواها من الكائنات الدقيقة قد لاقى انتباه كثير من الباحثين والدارسين، ولكن معظم الدراسات قد ركزت على محتوى الهواء من الفطريات والأعفان. أما البكتيريا في الهواء الخارجي، فإن الأبحاث فيها لاتزال قليلة.

والفلورا الميكروبية للهواء غير ثابتة، وهي دائما متغيرة، لأن الهواء لا يعد وسط غذائيا لنمو الكائنات الدقيقة، ولكنه يعد حاملا للدقائق المختلفة، كذرات التراب، التي تتطاير من التربة، والرذاذ الذي يتطاير من المحاليل والأوساط المائية المختلفة.

وأعداد وأنواع الكائنات الدقيقة التي تلوث الهواء، عن طريق العطس والكلام، تكون محمولة على الرذاذ الخارج من الأجهزة التنفسية، وهناك دقائق التربة المعلقة في الهواء بوساطة التيارات الهوائية تنثر في الهواء كائنات التربة المجهرية المختلفة. ولذلك، فإن الكائنات الدقيقة الموجودة في الهواء تحمل على ذرات الغبار. أو على الرذاذ الناتج من الأجهزة التنفسية، أو من الأوساط المائية المختلفة. والرذاذ قد يكون على هيئة دقائق كبيرة (Dropllets)، تحمل مؤقتا في الهواء، ثم تترسب بعد ذلك بفعل الجاذبية. أو تكون على هيئة دقائق صغيرة جدا تسمى (Droplet nuclei) تظل عالقة في الهواء لمدة أكثر من الدقائق الكبيرة.

والكائنات الدقيقة التي تدخل الهواء يمكن أن تنتشر فيه لمسافة تصل من بضعة أقدام إلى أميال وبعض من هذه الكائنات قد يموت في ثوان معدودة وبعضها الآخر قد يظل حيا لعدة أسابيع، أو لعدة شهور. وفناء الكائنات الدقيقة في الهواء يتحكم فيه عدة عوامل كثيرة معقدة، مثل درجة الرطوبة، وضوء الشمس، ودرجة الحرارة، وحجم الدقائق التي تحمل الكائن الدقيق نفسه.

والكائنات الدقيقة المحمولة في الهواء قد تكون من الخطورة بمكان، حيث تكون سببا في تلوث الهواء في المختبرات العلمية، والمستشفيات، والمصانع، وحتى داخل المنازل. ودرجة تلوث الهواء الداخلي للمنازل يتأثر بعدة عوامل، مثل نوعية التهوية، وعدد السكان في المنزل، ونوعية الأحياء السكنية، والأنشطة المختلفة في المنازل.

وتخرج الكائنات الدقيقة إلى هواء المنازل، محملة على الرذاذ، الذي يخرج عن طريق الكلام أو السعال أو العطس. . . إلخ، أو عن طريق عمليات تنظيف دورات المياه، والأنشطة المختلفة داخل المطابخ. وتعد ذرات

الغبار داخل المنازل مصدرا مهما في نشر الكائنات الدقيقة في الهواء.

والرذاذ الذي ينثر يختلف في حجمه، فقد يتروح بين عدة ميكروميترات* أو عدة ملليمترات، وللحجوم الصغيرة القدرة على أن تظل عالقة في الهواء لمدة أكبر من الحجوم الكبيرة، وتترسب الحجوم الكبيرة من الرذاذ بسرعة، شأنها في ذلك شأن دقائق التربة (الغبار) التي تترسب على الأسطح المختلفة داخل المنازل. وتكون مفروشات الأسرة أكثر عرضة للتلوث بذرات التراب، ولذلك، فإن تنظيف أماكن النوم، والأسرة المعرضة للغبار، قد يضيف إلى الهواء أنواعا كثيرة من الكائنات الدقيقة.

والكائنات الدقيقة المحمولة على ذرات التراب تكون أكثر من غيرها في القدرة على أن تظل حية لفترات زمنية أكبر، ولهذا فإن الغبار الذي ينتشر في الهواء يسبب الكثير من الخطورة، وخاصة هواء المستشفيات داخل غرف العمليات، وفي الأماكن الحساسة داخل المستشفي، مثل المطابخ والصيدليات وغيرها. ونتيجة لذلك يكون هناك أمراض متوطنة في هذه الأماكن تسمى (Nosocomial diseases). هذا إلى جانب التلوثات المختلفة للجروح، مثل الغرغرينا الغازية، ومرض التيتانوس، التي تسببها بعض أنواع من الجنس البكتيري «كلوستريديوم» «Clostriduim»، وأيضا التسممات الغذائية المختلفة المتسببة بوساطة أنواع عدة من البكتيريا.

وقد تمكن بعض الباحثين من عزل ميكروب السل الرئوي من الهواء في أثناء القيام بعمليات التنظيف داخل غرف المرضى، وقد وجدت ميكروبات الدفتريا والبكتيريا المحللة لكرات الدم الحمراء في ذرات التراب، التي جمعت من حول أسرة المرضى.

والهواء الخارجي القريب من سطح الأرض يحتوي على أنواع كثيرة من

* الميكروميتر = ١/١٠٠٠ من الملليمتر.

الكائنات الدقيقة، مثل الطحالب، والبروتوزوا، والخميرة، والفطريات، والبكتيريا، كما توجد أنواع من البكتيريا، وجراثيم الفطر. أيضا في ارتفاعات كبيرة عن سطح الأرض.

وقد درس بعض الباحثين تركيزات البكتيريا في الهواء في أثناء رحلة طيران بين مونتريال في كندا إلى لندن، وقد أخذت عينات الهواء من ارتفاع ٢٧٠٠ ـ ٣٠٠٠ متر فوق سطح الأرض. دلت النتائج على أن البكتيريا الحية والفطريات توجد على ارتفاع يصل إلى ٣٠٠٠ متر وقد أمكن تعريف البكتيريا المعزولة، ووجد أنها تتبع للمجموعات الآتية : البكتيريا الكروية الصغيرة Micrococcus، والعصويات السالبة لصبغة جرام، والعصويات الموجبة لصبغة جرام، والبكتيريا الهوائية المتجرثمة.

وتختلف التركيزات المختلفة للبكتيريا في الهواء الخارجي باختلاف الزمن في أثناء النهار والليل وفي أثناء المواسم المختلفة للسنة، هذا إلى جانب العوامل البيئية التي ذكرناها سابقا.

والرياح المتحركة لاتستطيع نزع الخلايا البكتيرية من سطح المستعمرات البكتيرية ونثرها كما يحدث للفطريات، ولكن ذرات التراب المحملة بالبكتيريا ترتفع إلى الهواء بوساطة الرياح المختلفة أو بوساطة الدوامات الغبارية Dust evils، أو بواسطة الأنشطة المختلفة للإنسان مثل زراعة الأرض. وعند تساقط الأمطار فإن قطرات الماء تتحمل بهذه الكائنات الدقيقة الموجودة على ذرات التراب، وعندما ترتطم بالأرض تتحول إلى قطرات صغيرة جدا تسمى طشاش Rain Splash وهذه تتسبب في انتشار الكائنات الدقيقة إلى الهواء القريب من سطح الأرض، كما أن الأمواج البحرية وحركة المد والجزر تبخ إلى الهواء كثيرا من الكائنات الدقيقة المحملة على دقائق الرذاذ الصغيرة، ولذلك، فإن العوامل التي تدفع بالكائنات الدقيقة إلى الهواء كثيرة ومعقدة، ويصعب تحديد فهمها فهما صحيحا.

وقد قام الباحث «ميكل» منذ ٩٠ عاما بتعيين التركيزات البكتيرية يوميا في الهواء الجوي لمدينة باريس، وقد وجد أن البكتيريا الكروية الصغيرة Micrococci تمثل ٦٦٪ والبكتيريا العصوية تمثل ٣١٪، أما البكتيريا الواوية، فكانت نسبتها ١ ـ ٢٪ فقط. وقد وضح ميكل اختلافات موسمية في أعداد البكتيريا، حيث وجد أن الأعداد في الصيف تكون أكثر منها في الشتاء، ولكن في أثناء سقوط الأمطار تناقصت الأعداد، ثم ازدادت مرة أخرى حينما جفت الأرض. وقد لوحظ أن سقوط الأمطار في أجواء جافة يسبب تنقية هذه الأجواء من البكتيريا أما إذا تساقطت الأمطار في أجواء رطبة، فإنها في هذه الحالة ربما تلوث الهواء أكثر من أن تنقيه.

وقد قام ميكل في هذا الوقت بدراسة اختلاف تركيزات البكتيريا خلال ساعات اليوم، وقد وجد أن أعلى تركيز يكون خلال فترتين في اليوم، هما الساعة ٨,٠، والساعة ٢٠,٠، وأن أقل الأعداد تكون الساعة ٢,٠ والساعة ١٤,٠، وقد أوضح أن الاختلافات خلال ساعات اليوم الواحد لا تتأثر باتجاه الرياح، ولكنها تتأثر كثيرا بحركة المرور وتنظيف الشوارع. أما في مدينة الكويت، فقد وجد الغنيم ودياب ١٩٨٩ أن أعلى تركيز أمكن الحصول عليه من البكتيريا كان الساعة ١٠ صباحا، يليه تركيز عالٍ أيضا الساعة ٦ مساء.. أما أقل التركيزات، فقد أمكن الحصول عليها الساعة ٢ ظهرا، والساعة ٤ صباحا.

والمعروف أن البحار والمحيطات والأنهار تكون ٣/٤ الكرة الأرضية، ولذلك تعد المسطحات المائية مصدرا مهما لنثر البكتيريا في الهواء، وبمقارنة محتوى الهواء من البكتيريا فوق البحار بمحتواه فوق سطح التربة وجد أن الهواء فوق البحار يكون فقيرا في محتواه البكتيري.

وتكون الكائنات الدقيقة، وهي في الهواء، في حالة سكون، أي عديمة النشاط، لأنه كما ذكرنا سابقا أن الهواء لايعد وسطا غذائيا لنمو الكائنات

الدقيقة. ويحدث لهذه الكائنات، وهي في الهواء، تغيرات مختلفة، قد تؤدي إلى هلاكها، إلا إذا تساقطت في بيئة مناسبة لنموها ونشاطها، ولكن البكتيريا المعلقة في الهواء، والمسببة للحساسية، قد تظل مسببة للحساسية حتى لـو كانت ميتة (جريجوري، ١٩٧٣).

وكان يعتقد في الماضي أن الدقائق المختلفة المحمولة في الهواء، عندما تدخل إلى الرئتين في أثناء عملية التنفس تطرد مرة أخرى أثناء عملية الزفير، ولكن في ١٨٦٨ وضح الباحث «ليستر» «Lister» أن هذا الاعتقاد خاطىء، حيث أثبت أن الهواء العادي عندما يمر في وسط غذائي به دم، فإنه يتسبب في تعفن الدم، أما إذا مرّ الهواء الخارج من الرئتين في هذا الوسط الغذائي، فإن لا يحدث أن تغيير للدم. وقد دلت الدراسة على أن الهواء الخارج من الزفير يكون قد تخلص من الدقائق العالقة به في أثناء دخوله وخروجه من الجهاز التنفسي، إلا في حالة تلوثه بالرذاذ من الجزء الأعلى من الجهاز التنفسي في أثناء السعال أو الكلام.

وتدل المراجع في هذا المجال على أن الأبحاث الخاصة بتوزيع البكتيريا في الهواء، وعلى الأخص بكتيريا الأكتينوميسيت Actinomycetes قليلة إذا ما قورنت بالأبحاث الخاصة بالفطريات. وبكتيريا الأكتينوميسيت تعد مجموعة مهمة من بكتيريا التربة، لما لها من أنشطة فسيولوجيـة مختلفة، وهي عـلى عكس البكتيريا الأخرى، فإنها تنتشر في الهواء بسهولة، لما لها من قدرة على تكوين خيوط هوائية تحمل عددا كبيرا من وحدات تكاثرية صغيرة الحجم، وخفيفة الوزن، تسمى الجراثيم Spores.

ويتراوح قطر الجرثومة من ٥, إلى ١,٥ ميكرون، وعند استنشاقها تتعمق داخل الرئة، وقد قدر «هاتش» «Hatch» (١٩٦١) أن أكثر من ٥٠ ٪ من هذه الجراثيم تترسب على جدر الحويصلات الهوائية الصغيرة في الرئة.

وإذا عرف أن الشخص الذي يقوم بعمل عادي يستطيع أن يتنفس حوالي ١٠ لترات من الهواء في الدقيقة الواحدة، وبذلك يمكن أن يترسب حوالي ٧٥٠٠٠٠ جرثومة من هذه الجراثيم على جدر الحويصلات الهوائية الصغيرة في الدقيقة الواحدة.

وتتميز بكتيريا الأكتينومسيست بقدرتها على البقاء على الوسط الموجودة فيه لمدة طويلة Staying Power، وتحت الظروف المناسبة لنموها تستطيع أن تنشط، وتسبب تلفا للمواد الغذائية، والمنتجات الصناعية، وذلك عن طريق إفراز الأنزيمات المحللة للمواد المختلفة، هذا إلى جانب تكوين المواد الملونة والروائح غير المرغوب فيها.

وقد أوضح جريجوري ١٩٧٣ أن الهـواء يعد وسيلة لنشر الكـائنات الدقيقة التي تصيب الجهاز التنفسي في الأنسان، خاصة أمراض الحساسية، وتعد جراثيم بكتيريا الأكتينوميسيت والبكتيريـا الأخرى وبعض الفـطريات العالقة بذرات التراب المنتشرة في الهواء من الأسباب المهمة لحدوث أمراض الحساسية، والتسممات الغذائية.

والحساسية التي تتسبب عن هذه الكائنات الدقيقة تعتمد على نوعية المادة وطبيعة الذرات الترابية المستنشقة، وما تحمله من بكتيريـا وفطريات، وأيضا تعتمد على فترة التعرض لهذه الأتربة.

وتضم بكتيريا الأكتينوميسيت بعض المجموعـات التي تحب النمو في درجات الحرارة العالية Thermophilic، التي عرف عنها أنها تسبب مشكلات في الجهاز التنفسي، ومن أمثلة هذه الأنواع: *Thermoactiomyces vulgaris, Thermoactinomyces ascchari, Saccharomonospora viridis, Micropolysora sp....etc.*

وتوجد الأنواع السابقة في التربـة مع غـيرها من الكـائنات الـدقيقة

الأخـرى، وعندمـا تثار الـتربة، وتنتشر ذراتهـا في الهواء، نتيجـة للريـاح المختلفة، يسبب استنشاق هذه الأنواع حدوث المشكلات المختلفة في الجهاز التنفسي.

وهناك مجموعـات أخرى من بكتـيريا الأكتينـوميسيت تحب النمو في دراجـات الحرارة العـادية Mesophilic، ولهـا القدرة عـلى إصابـة الإنسان والحيوان. وتوجد هذه المجموعات أيضا في التربة عالقة بذرات التراب، كما قد توجد في بيئات أخرى مختلفة، وقد تسبب هذه الأنواع إصابات في الجهاز التنفسي، وتنتمي الأنواع المسببة لهذه الأمراض إلى الأجناس الآتية :

Nocardia, Actinomadura, Streptomyces.

وهناك أيضا أنواع أخرى من البكتيريا تكون عالقة بالأتربة المحمولة في الهواء، مثل البكتيريا المتجرثمة من جنس كلوستريديوم Clostriduim، التي قد يكون لها دور في تلوث الجروح، وحدوث أمراض التيتانوس، والغرغرينا الغازية. هذا إلى جانب التسمم الغذائي. كذلك البكتيريا العنقودية الذهبية ***Staphylococcus aureus***، التي تسبب تسمـات غذائيـة، وتلوث الجروح، وأيضا الأنواع المختلفة من الجنس باسيلس Bacillus المحبة للنمو عند درجات الحرارة المرتفعة، وهي بكتيريا عصوية متجرثمة، تستطيع إفساد كثـير من المواد الغذائيـة، ومن أمثلة هذه البكتـيريا: ***Bacillus stearothermophilus,*** ***Bacillus subtilis***، وأنواع أخرى كثيرة. وتنتشر في الهواء أيضا بعض الأنواع من البكتيريا السالبة لصبغة جرام، التي تكون سببا لحدوث بعض الأمراض والتلوثات المختلفة.

مشكلات الحساسية والمشكلات الأخرى المتعلقة بالتلوثات تتكرر في الكويت، وهي تكون مرتبطة بالعواصف الترابية، التي تكثر في مواسم معيّنة من السنة، ولم تجر دراسات تختص بالبكتريا الموجودة في هـواء الكويت،

ولذلك فقد قام المؤلفان ببعض الدراسات الخاصة بتوزيع ونوعية البكتيريا في هواء الكويت، وأختير لهذه الدراسة مناطق تجارية، ومناطق سكنية هادئة، كما أجريت أيضا دراسات مبدئية على البكتيريا التي توجد في الهواء الداخلى لبعض المستشفيات في الكويت، وفيما يلي عرض تلخيصي للنتائج التي أمكن الحصول عليها.

البكتيريا العادية في هواء الكويت

لقد جمعت عينات الهواء اللازمة للدراسة من منطقتين في مدينة الكويت، المنطقة الأولى، تمثل منطقة تجارية مزدحمة هي المباركية، أما المنطقة الثانية، فهي منطقة سكنية، وتتمثل في منطقة الصليبيخات. وقد درست البكتيريا المحمولة في الهواء لكل من المنطقتين خلال ستة شهور، تبدأ من يناير حتى يونيو.

وقد دلت النتائج شكل رقم (٥٢)، على أن المحتوى البكتيري الكلي لهواء الكويت يختلف من منطقة إلى منطقة، ومن شهر إلى شهر. وقد أمكن الحصول على أعلى تركيز للبكتيريا من هواء منطقة المباركية، وهذا يرجع إلى الأنشطة المختلفة التي تفرضها طبيعة هذه المنطقة.

وقد تراوحت تركيزات البكتيريا في المتر المكعب من الهواء من ٢,١ - ٦,٨ × ١٠^٣ لمنطقة المباركية، ومن ١,١ - ٢,٧ × ١٠^٣ خلية بكتيرية لمنطقة الصليبيخات.

أما تأثير الشهور، فقد أثبتت النتائج، جدول رقم (٤٣)، أن أعلى تركيز قد أمكن الحصول عليه من هواء منطقة المباركية كان خلال شهري مارس وأبريل (٥,٧ × ١٠^٣/م^٣، ٦,٨ × ١٠^٣/م^٣)، أما في هواء منطقة

الصليبيخات، فقد سجلت خلال فبراير ومارس أعلى التركيزات (٢,٧ × ١٠^{٣}/م^{٣}، ٢,٢ × ١٠^{٣}/م^{٣}).

أما أقل التركيزات، فقد سجلت خلال مايو ويونيو في كل من المنطقتين، ويعزى سبب ذلك إلى ارتفاع درجات الحرارة، وانخفاض درجات الرطوبة. وهذه النتائج تتفق مع ما وجده بعض الباحثين مثل Webb (1959), Well & Zopposont (1948) حيث أوضحوا أن درجة الرطوبة المنخفضة جدا تكون مميتة بالنسبة للبكتيريا المحمولة في الهواء.

أما نتائج توزيع التركيزات المختلفة للبكتيريا المفرزة للأنزيمات الخارجية ـ جدول رقم (٢٧) وشكل رقم (٥٣)، فتدل على أن التركيزات المختلفة لهذه المجاميع البكتيرية تكون موجودة في هواء منطقة المباركية بتركيزات أكبر منها في هواء منطقة الصليبيخات.

وقد لوحظ في هواء هاتين المنطقتين أن المجاميع البكتيرية المحللة للبروتين والمحللة للنشا تكون ذات تركيزات أعلى من المجاميع الأخرى المحللة للدهون، والمحللة للسيليلوز، والمحللة لكرات الدم الحمراء.

وفي هواء منطقة المباركية تبين أن أعلى تركيزات للمجاميع البكتيرية المختلفة أمكن الحصول عليها كان في كثير من الحالات خلال شهري مارس وأبريل، وكانت أعلى تركيزات للبكتيريا المحللة للنشا ولكرات الدم الحمراء خلال شهر أبريل (٣,٨ × ١٠^{٣}/م^{٣}، ٧ × ١٠^{٣}/م^{٣})، وأعلى تركيزات لمحللات البروتين والسيليلوز كان خلال شهر مارس، أما البكتيريا المحللة للدهون، فإن أعلى تركيز لها كان خلال شهر فبراير.

أما في هواء منطقة الصليبيخات، فإن توزيع البكتيريا المفرزة للأنزيمات الخارجية يختلف، فقد دلت النتائج على أن أعلى تركيز للبكتيريا

المحللة للبروتين كان خلال شهري فبراير ويونيو، أما البكتيريا المحللة للنشا، والمحللة للدهون، فقد كانت في أعلى تركيز لها خلال شهر مارس، على حين أن البكتيريا المحللة للسليلوز، والمحللة لكرات الدم الحمراء، كانت أكثر انتشارا في شهر فبراير.

وتوزيع الأشكال المختلفة للخلايا البكتيرية وتفاعلها مع صبغة جرام، جدول رقم (٢٨)، شكل رقم (٥٤) يدل على أن البكتيريا الكروية الصغيرة Micrococcus، والكروية العنقودية Staphylococcus هي المجاميع الأكثر انتشارا في هواء الكويت، وقد تراوحت نسبة هذه المجاميع في هواء المباركية بين ٥٠,٢٪ خلال أبريل، و٨١,٢٪ خلال يونيو. أما في هواء الصليبيخات، فكانت النسب بين ٤٦,٢٪ خلال يناير، و٨٠,٦٪ خلال مايو. هذه النسب تدل على أن هذه المجاميع البكتيرية تستطيع مقاومة الظروف الصعبة من درجات الحرارة العالية ودرجات الرطوبة المختلفة المختلفة خلال شهري مايو ويونيو.

أما نسبة البكتيريا العصوية الموجبة لصبغة جرام، فكانت إلى حد ما، في هواء الصليبيخات أكثر منها في هواء المباركية. كما أن أعلى نسب أمكن الحصول عليها من هواء المنطقتين كان خلال الشهور المتميزة بدرجات الحرارة المنخفضة (يناير وفبراير)، وأيضا خلال الشهور المتميزة بدرجات حرارة عالية ودرجات رطوبة منخفضة في الوقت نفسه (مايو ويونيو).

وقد أظهرت النتائج أيضا أن أعلى تركيز للبكتيريا العصوية السالبة لصبغة جرام تختلف عن البكتيريا الموجبة لصبغة جرام، حيث إن المجموعة السالبة لصبغة جرام تكون حساسة لدرجات الحرارة العالية وللظروف الجافة، التي تسبب فقد كميات كبيرة من الماء من خلاياها.

وقد لوحظ في أثناء هذه الدراسة أن فطرة الخميرة توجد في هواء الصليبيخات فقط خلال شهر فبراير بنسبة ١ ٪، أما في هواء المباركية، فإن هذه الفطرة وجدت خلال يناير وفبراير، وأبريل، ويونيو، بالنسب الآتية ٢,٣ ، ١ ، ١,٨ ، ثم ٩,٨ ٪ على التوالي.

وفي خلال هذه الدارسة تم تعيين نسبة البكتيريا العنقودية الذهبية المرضة *Staphylococcus aureus*، وهي المسئولة عن أمراض كثيرة بعض منها له القدرة على حدوث تسممات غذائية مختلفة. وقد أظهرت النتائج ، جدول رقم (٢٩)، أن هواء المباركية تكثر فيه هذه الأنواع، إذا ما قورن بالهواء في منطقة الصليبيخات.

وقد لوحظ أن هذا النوع من البكتيريا قد أمكن عزله من هواء الصليبيخات خلال شهرين فقط، هما شهري فبراير، ومارس. وقد أثبتت التجارب أن جميع المزارع المعزولة من هذا النوع خلال شهر مارس كانت تقاوم المضاد الحيوي ستربتوميسين، ومركبات السلفا، ولكنها كانت حساسة لجميع المضادات الحيوية، التي استعملت في التجارب، جدول رقم (٣٠)، أما المزارع المعزولة في خلال شهر فبراير، فقد دلت التجارب على أن ٢٥ ٪ منها كان يقاوم المضادات الحيوية الآتية: أمبسللين، بنسلين (ج)، تتراسيكلين، على حين أن ٧٥ ٪ منها قد أظهر مقاومة لمركبات السلفا فقط.

أما في هواء منطقة المباركية، فإن هذه البكتيريا الكروية المسببة للأمراض، والمساة «العنقودية الذهبية» «*Staph. aureus*»، فقد أمكن تسجيلها خلال فترة الدراسة، ما عدا خلال شهر يونيو، وقد كانت أعلى نسب لها خلال شهري فبراير وأبريل. وقد لوحظ أن ٣٧,٥ - ١٠٠ ٪ من هذه البكتيريا قد أظهرت مقاومة للمضادت الحيوية الآتية: بنسلين (ج)، ستربتومسيسن، ومركبات السلفا.

ومن النتائج المهمة في ذلك الوقت أن جميع هـذه المزارع البكتيرية كانت حساسة للمضاد الحيوي ريفامبسين Rifampicin، جدول رقم (٢٩).

وعموما يمكن الخروج من هذه النتائج بأن أقدر المضادات الحيوية على قتل هذه الكائنات هو ريفامبسين يليه كلورامفينيكول.

أما البكتيريا العصوية السالبة لصبغة جرام، فقد أظهرت مقاومة أكثر لجميع المضادات الحيوية التي استعملت، ما عدا المضاد الحيوي ريفامبسين، جدول رقم (٣٠)، وهذا يعكس مدى أهمية هذا المضاد الحيوي في علاج كثير من الأمراض في هذا الوقت.

على الرغم من أن الدراسة السابقة تعد دراسة قصيرة إلا أنها ألقت ضوءا على محتوى الهواء في بعض المناطق الكويت من المجاميع المختلفة من البكتيريا، ولذلك فإنه يلزم القيام بدراسة أخرى تفصيلية مكثفة لدراسة المحتوى الميكروبي للهواء في الكويت، وخاصة في أثناء العواصف الترابية، التي تهب على الكويت في مواسم معينة، وذلك لمعرفة أسباب الحساسية المختلفة، وإلقاء الضوء على الكائنات الدقيقة الأخرى المصاحبة للطوز، ودورها في التحللات والتلوثات المختلفة للمواد الغذائية، والمواد الأخرى، ثم محاولة إيجاد طرق مناسبة لمقاومة هذه الكائنات الدقيقة.

وقد بدأ المؤلفان في إجراء دراسة عن البكتيريا المحمولة على ذرات التراب أثناء العواصف الترابية التي تهب على الكويت، وعلاقة هذه البكتيريا بأمراض الحساسية والتسممات الغذائية المختلفة، ويدعم هذه الدراسة مادياً مؤسسة الكويت للتقدم العلمي.

الأعداد البكتيرية الحية × ١٠^٣ في المتر المكعب من الهواء

منطقة المباركية

منطقة الصليبيخات

١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٧

يناير فبراير مارس أبريل مايو يونيو

(شكل ٥٢)

يبين التركيزات البكتيرية المختلفة في المتر الواحد المكعب من الهواء خلال الفترة يناير - يونيو.

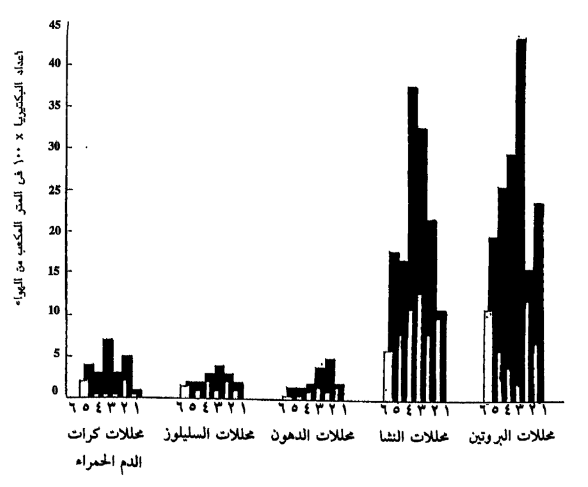
جدول رقم (٢٧)

تركيزات المجاميع الفسيولوجية المختلفة للبكتيريا في المتر المكعب من الهواء من منطقتي المباركية والصليبيخات

الشهور	الأعـــــداد × ١٠٠									
	محللات البروتين		محللات النشأ		محللات الدهون		محللات السليلوز		محللات كرات الدم الحمراء	
	المباركية	الصليبيخات	م	ص	م	ص	م	ص	م	ص
يناير	٢٤	٧	١١	١٠	٢	١,٥	٢	١	١	٠,٥
فبراير	١٦	١٢	٢٢	٨	٥	١	٣	٢	٥	٢,٠
مارس	٤٤	٢	٣٣	١٣	٤	١,٥	٤	١	٣	٠,٥
أبريل	٣٠	٤	٣٨	١١	٢	١,٠	٣	٢	٧	٠,٥
مايو	٢٦	٦	١٧	٨	١,٥	٠,٥	٢	١	٣	٠,٥
يونيو	٢٠	١١	١٨	٦	١,٥	٠,٥	٢	١,٥	٤	٢,٠

م: المباركية

ص: الصليبيخات



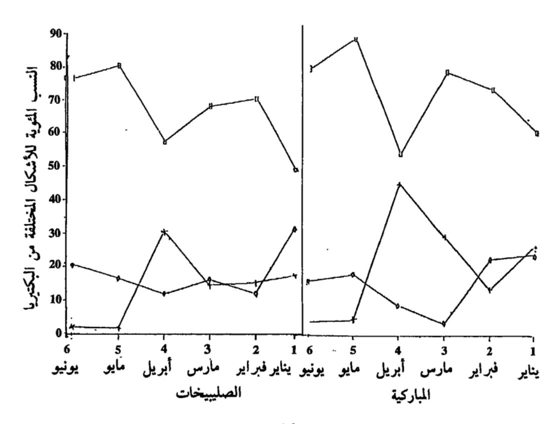
(شكل ٥٣)

يبين التركيزات المختلفة للمجاميع البكتيرية الفسيولوجية خلال الشهور المختلفة.
أعداد البكتيريا × ١٠٠ في المتر المكعب من الهواء

جدول رقم :(٢٨)
الأشكال المختلفة للخلايا البكتيرية المعزولة من الهواء لكل من منطقة المباركية ومنطقة الصليبيخات

الشهور	النسبة المئوية						
	العصوية الموجبة لصبغة جرام		العصوية السالبة لصبغة جرام		البكتيريا الكروية		
	المباركية	الصليبيخات	م	ص	م	ص
يناير	٢١,٨	٣٥,٣	٢٣,٨	١٨,٣	٥٤,٣	٤٦,٢
فبراير	٢٠,٥	١٢,٥	١٢,٥	١٥,٧	٦٥,٩	٧٠,٧
مارس	٣,٢	١٦,٥	٢٦,٣	١٥,٠	٧٠,٥	٦٨,٤
أبريل	٨,٣	١٢,٣	٤٠,٣	٣٠,٨	٤٨,٤	٥٧,٠
مايو	١٦,٥	١٦,٩	٤,١	١,٩	٧٩,٤	٨٠,٨
يونيو	١٤,٧	٢١,٠	٣,٧	٢,٠	٧١,٤	٧٦,٨

◇ البكتيريا العصوية الموجبة لصبغة جرام
+ البكتيريا العصوية السالبة لصبغة جرام
□ البكتيريا العنقودية + البكتيريا الكروية الصغيرة



(شكل ٥٤)

يبين النسبة المئوية للأشكال المختلفة من البكتيريا الموجودة في هواء المباركية وهواء الصليبيخات خلال شهور السنة المختلفة.

جدول رقم (٢٩)

أعداد البكتيريا العنقودية التي أمكن عزلها من كل من منطقة المباركية ومنطقة الصليبيخات ويبين الجدول أيضا النسبة المئوية للأنواع المرضة من البكتيريا العنقودية ومقاومتها لبعض المضادات الحيوية (المستعملة في مستشفيات الكويت في ذلك الوقت)

الشهر	المنطقة	عدد البكتيريا العنقودية	نسبة البكتيريا العنقودية الممرضة	النسبة المئوية للبكتيريا العنقودية الممرضة المقاومة لمضادات الأحياء						
				أمبسلين	بنسلين ج	استربتوميسين	سلفاترایاد	تتراسيكلين	رفامبسين	كلورامفينيكول
يناير	المباركية	٤٦	٤,٣	٥٠,٠	٥٠,٠	٥٠,٠	٥٠,٠	٥٠,٠	—	—
	الصليبيخات	٢٢	—	—	—	—	—	—	—	—
فبراير	المباركية	٥٥	١٤,٥	١٢,٥	٣٧,٧	٣٧,٥	٦٢,٥	١٢,٥	—	١٢,٥
	الصليبيخات	٥٩	٦,٨	٢٥,٠	٢٥,٠	—	٧٥,٠	٢٥,٠	—	١٢,٥
مارس	المباركية	٣٩	٥,١	—	٥٠,٠	—	٥٠,٠	—	—	—
	الصليبيخات	٢٨	٣,٦	—	—	١٠٠,٠	١٠٠,٠	—	—	—
أبريل	المباركية	٢٥	١٢,٠	—	٦٦,٧	٦٦,٧	١٠٠,٠	—	—	—
	الصليبيخات	٢٩	—	—	—	—	—	—	—	—
مايو	المباركية	٥٠	٢,٠	—	١٠٠,٠	١٠٠,٠	١٠٠,٠	—	—	—
	الصليبيخات	٦٦	—	—	—	—	—	—	—	—
يونيو	المباركية	٤١	—	—	—	—	—	—	—	—
	الصليبيخات	٢٨	—	—	—	—	—	—	—	—

جدول رقم (٣٠)

أعداد البكتيريا العصوية السالبة لصبغة جرام، والمعزولة من كل من منطقة المباركية ومنطقة الصليبيخات ونسبة مقاومتها لمضادات الأحياء المختلفة (المستعملة في مستشفيات الكويت في ذلك الوقت) خلال شهور الدراسة المختلفة

الشهر	المنطقة	أعداد البكتيريا العصوية السالبة لصبغة جرام	النسبة المئوية للبكتيريا العصوية السالبة لصبغة جرام المقاومة لبعض مضادات الأحياء						
			أمبسلين	بنسلين ج	ستربتوميسين	سلفاتراياد	تتراسيكلين	رفامبسين	كلورامفينيكول
يناير	المباركية	٢٠	—	—	٢٠,٠	١٠٠,٠	٢٠,٠	—	—
	الصليبيخات	١٠	—	٤٠,٠	—	٨٠,٠	٤٠,٠	—	—
فبراير	المباركية	٩	٢٢,٢	٥٥,٥	١١,١	١٠٠,٠	١١,١	—	٢٢,٢
	الصليبيخات	١٢	١٦,٦	١٠٠,٠	١٦,٦	٩١,٦	٨,٣	—	٦٦,٦
مارس	المباركية	١٢	٦٦,٦	٦٦,٦	—	٦٦,٦	٣٣,٣	—	١٦,٦
	الصليبيخات	٤	٥٠,٠	١٠٠,٠	٥٠,٠	٧٥,٠	—	—	٥٠,٠
أبريل	المباركية	١٤	٣٥,٧	٧١,٤	٢١,٤	٧٨,٦	—	—	٢١,٤
	الصليبيخات	٩	٧٧,٧	١٠٠,٠	—	٦٦,٦	—	١١,١	—
مايو	المباركية	٢	—	١٠٠,٠	٥٠,٠	١٠٠,٠	—	—	٥٠,٠
	الصليبيخات	٢	—	١٠٠,٠	—	—	—	—	—
يونيو	المباركية	—	—	—	—	—	—	—	—
	الصليبيخات	—	—	—	—	—	—	—	—

البكتيريا المحبة لدرجات الحرارة المرتفعة

قام المؤلفان بدراسة توزيع البكتيريا المحبة لدرجات الحرارة العالية في هواء الكويت، وذلك في المدة من يناير إلى ديسمبر ١٩٨٢ في منطقتين مختلفتين في مدينة الكويت، الأولى منطقة تجارية مزدحمة هي منطقة المباركية، والثانية تمثل منطقة سكنية هي منطقة الصليبيخات.

وقد أظهرت نتائج البكتيريا الكلية المحبة لدرجات الحرارة العالية ، جدول رقم (٣١) وشكل رقم (٥٥) ـ أن تركيز هذه الكائنات في المتر المكعب من الهواء أعلى بكثير في المنطقة المزدحمة منه في المنطقة السكنية الهادئة، وقد تراوحت التركيزات في أثناء السنة في منطقة المباركية من ٢٤,٢ × ١٠^٤/م^٣ خلال مايو إلى ١١٨,٣ × ١٠^٤/م^٣ خلال أبريل، أما في منطقة الصليبيخات، فقد تراوحت الأعداد بين ٣,١ × ١٠^٣/م^٣ خلال مايو ويوليو إلى ٣٤,٤ × ١٠^٤/م^٣ خلال سبتمبر.

ومن هذه النتائج يتضح أن كثرة الأعداد البكتيرية في هواء المباركية عنه في هواء الصليبيخات يرجع إلى الأنشطة الكثيرة المختلفة في المنطقة الأولى، وقد أكد هذه الظاهرة دياب ومساعدوه (١٩٧٦، ١٩٧٧).

أما نتائج توزيع بكتيريا الأكتينوميسيت المحبة للحرارة ، جدول رقم (٣٢) وشكل رقم (٥٦)، فقد أظهرت أن هذه الكائنات توجد بتركيزات مختلفة على مدار السنة في هواء المباركية، وكانت هذه التركيزات أعلى من مثيلاتها في هواء الصليبيخات. ولم تتمكن التجارب التي أجريت من تسجيل هذه الكائنات في هواء الصليبيخات خلال شهري يناير ويونيو ويوليو ثم ديسمبر.

وقد أمكن الحصول على أعلى تركيز لبكتيريا الاكتينوميسيت المحبة

للحـرارة من هواء المبـاركية خـلال شهري سبتمـبر وإبريـل، حيث أمكن تسجيل التركيزات الآتية ٢٢٥± ١٠×١٠^٣، ١٥٤± ٦ × ١٠^٣ في المـتر المكعب من الهواء على التوالي. أما أعلى تركيـز أمكن تسجيله من منطقـة الصليبيخات، فقد كان ٧١± ٥ × ١٠^٣، ٢٩± ٣ × ١٠^٣ في المتر المكعب من الهواء، خلال شهري سبتمبر وأبريل أيضا. وبذلك يمكن الإستدلال على أن أعلى تركيزات لهذه الكـائنات تـوجد خـلال شهري سبتمـبر وأبريـل. والمعروف، كما ذكرنا سابقا، أن كثـيرا من بكتيريـا الأكتينوميسيت المحبـة للحرارة العاليـة لها القـدرة على إحـداث مشكلات الحسـاسية في الجهـاز التنفسى، هذا إلى جانب مشكلات التلوث، ولذلك فإن الشهور التي تكثر فيها هذه الكائنات تزداد الإصابة بمشكلات الحساسية المختلفة.

وقد أمكن خلال هذه الدراسة عزل وتنقية، ثم تعريف عدد ٢٤٢ عزلة من بكتيريا الأكتينوميسيت المحبة لـدرجات الحـرارة العاليـة، وكانت معظم هذه المعزولات من هواء منطقة المباركية. وقد أظهرت نتيجة التعريف وجـود خمسـة أجنـاس مختلفـة من هــذه الكـائنـات، منتشرة في هـواء الكويت، موزعة كالآتي: ثيرمواكتينـوميسيس *Thermoactinomyces*، شكل رقم (٥٧) (٣٨,٨٪)، ثـيرمومـونوسبـورا (سكارومـونوسبـورا) شكل رقم (٥٩) *Thermomocospora (Saccharomonospora)* (٢٩,٣٪)، سيـدونـوكـارديـا *Pseudonocardia* (١٥,٧٪) شكـل رقـم (٥٨)، ستربتوميسيس *Streptomyces* (١٤,٥٪) ثم الجنس أكتينوبايفـدا *Actino-bifida*، (١,٧٪) شكل رقم(٥٨).

وتدل النتائج السابقة على أن الجنس الأول والثاني ، شكلى رقم ٥٨، ٥٩، المعروف عنهما أنهما من مسببات الحساسية في أماكن أخرى من العالم، هما الأكثر انتشارا في هواء الكويت، خاصة خلال الشهور التي يعاني فيها السكان من أعراض الحسـاسية، لـذلك يمكن القـول إن المناطق المـزدحمة

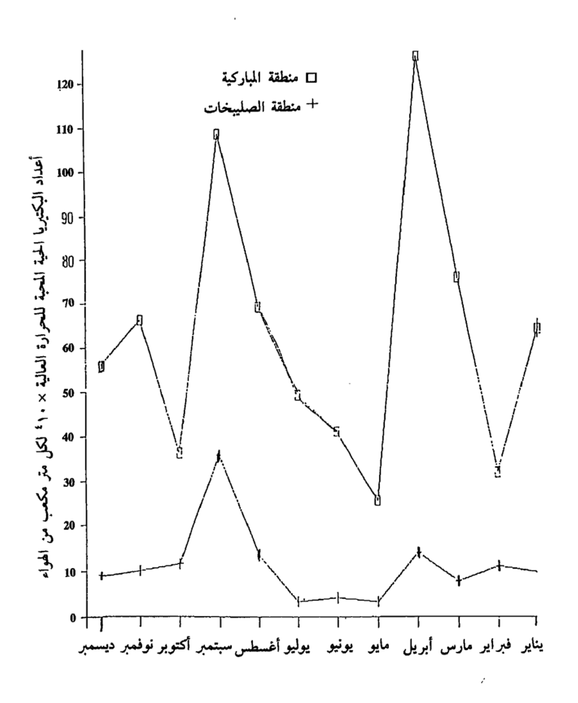
والمناطق المشابهة التي تكثر فيها الأنشطة المختلفة تكون مستودعا لوجود هذه الكائنات التي قد تتأثر وتتزايد خاصة في الأماكن التي يكثر بها الفضلات من بقايا الخضروات والفواكه وغيرها، ومن هذه الأماكن يمكن لهذه الكائنات أن تنتثر في الهواء، وإذا استنشقت تكوّن أعراض الحساسية.

ولـذلك فقـد أوصت هذه الـدراسة بقيـام دراسات أخـرى في هذا المجال، يكون لها أهمية تـطبيقية عـلى المرضى الـذين يعانـون من أمراض الحساسية المختلفـة، وبالفعـل كما ذكـر سابقـاً، بدأت دراسـة حول هـذا الموضوع.

جدول رقم (٣١)

أعداد البكتيريا المحبة لدرجات الحرارة العالية في كل متر مكعب من الهواء لكل من منطقتي المباركية والصليبيخات خلال سنة ١٩٧٩

الشهور	الأعداد × ١٠⁴	
	المباركية	الصليبيخات
يناير	٦٠,٨ ± ٢,٩	٩,٠ ± ٠,٦
فبراير	٢,٩٢ ± ٢,٥	٩,٤ ± ١,٣
مارس	٧٠,٨ ± ٤,٣	٧,١ ± ٠,٥
أبريل	١١٨,٣ ± ٦,٨	١٢,٣ ± ١,٥
مايو	٢٤,٢ ± ١,٢	٣,١ ± ٠,٢
يونيو	٣٧,٥ ± ٣,٢	٣,٨ ± ٠,٣
يوليو	٤٦,٦ ± ٢,٣	٣,١ ± ٠,٢
أغسطس	٦٧,٥ ± ١,٤	١٢,٧ ± ٠,٤
سبتمبر	١٠١,٧ ± ٦,٤	٣٤,٤ ± ١,٢
أكتوبر	٣٤,٦ ± ١,٥	١٠,٨ ± ٠,٦
نوفمبر	٦٠,٠ ± ٦,١	٩,٤ ± ٠,٥
ديسمبر	٥٢,٢ ± ٣,٥	٨,١ ± ٠,٦



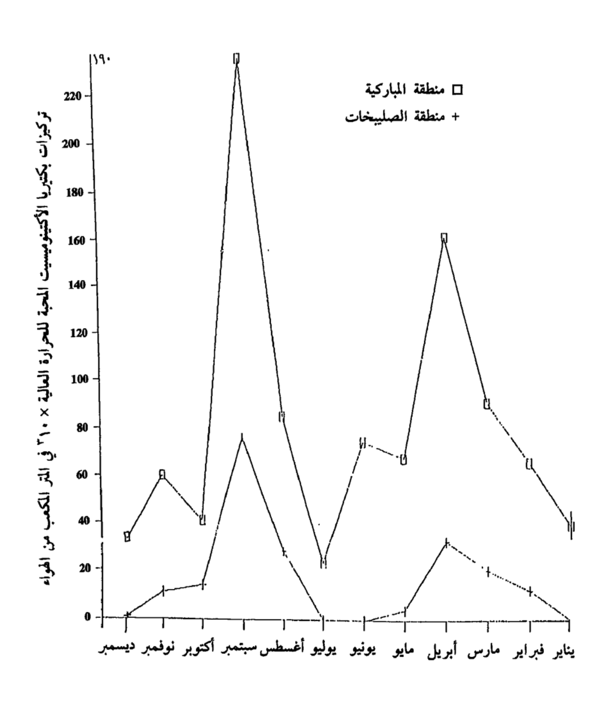
(شكل ٥٥)

يبين التركيزات المختلفة للبكتيريا المحبة للحرارة المرتفعة في اللتر الواحد من الهواء خلال شهور السنة المختلفة.

جدول رقم (٣٢)

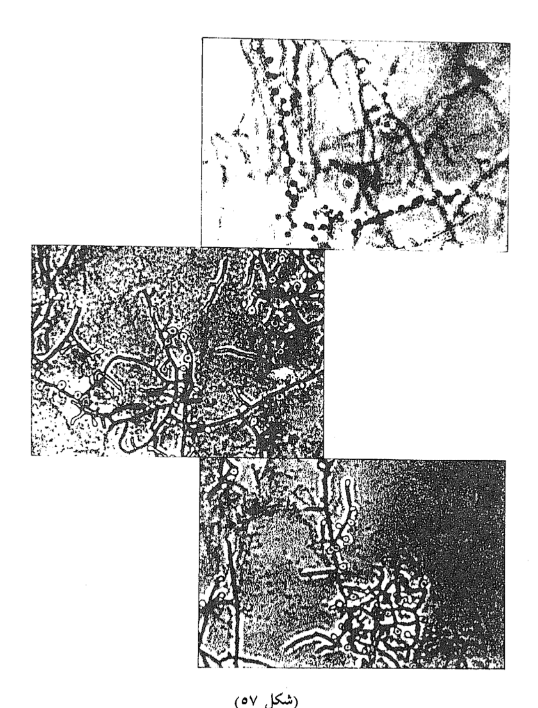
التركيزات المختلفة لبكتريا الأكتينوميسيت المحبة لدرجة الحرارة العالية في كل متر مكعب من الهواء لكل من منطقة المباركية ومنطقة الصليبيخات

الشهور	الأعداد × ١٠^٣ في المتر المكعب	
	المباركية	الصليبيخات
يناير	٣٣ ± ٦	–
فبراير	٥٩ ± ٦	٢٩ ± ٣
مارس	٨٤ ± ٦	١٧ ± ٣
أبريل	١٥٤ ± ٦	٢٩ ± ٣
مايو	٦٣ ± ٤	٢ ± ٢
يونيو	٦٧ ± ٧	–
يوليو	٦٧ ± ٦	–
أغسطس	٧٩ ± ٦	٢٥ ± ٣
سبتمبر	٢٢٥ ± ١٠	٧١ ± ٥
أكتوبر	٣٧ ± ٤	١١ ± ٣
نوفمبر	٥٤ ± ٦	٨ ± ٣
ديسمبر	٢٥ ± ٥	–



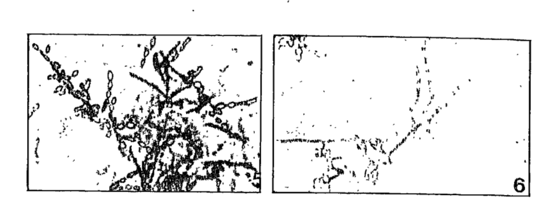
(شكل رقم ٥٦)

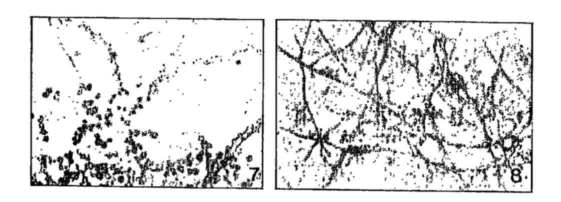
يبين العلاقة بين تركيز بكتيريا الأكتينوميسيت المحبة للحرارة المرتفعة وشهور السنة المختلفة.



(شكل ٥٧)

صور مجهرية لثلاثة أنواع من الجنس ثيرمواكتينوميسيس **Thermoactinomyces** المعزول من البيئة الكويتية، الذي عرف عنه في بعض بلاد أخرى أنه أحد أسباب أمراض الحساسية التي تصيب الجهاز التنفسي ويلاحظ في الصور الجراثيم المفردة الموجودة على الخيوط البكتيرية.

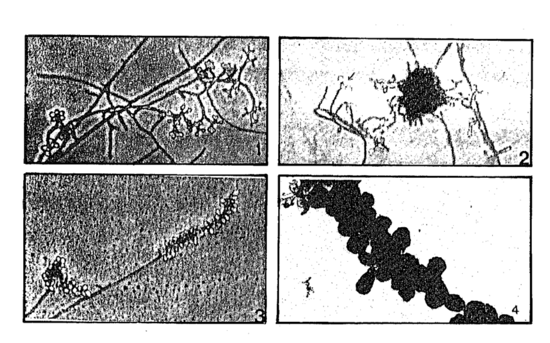




(تابع شكل ٥٨)

٥ ـ ٦ : صور مجهرية لنوعين من الجنس سيدونوكارديا Pseudonocardia المعزول من البيئة الكويتية ، ويلاحظ تفتت الخيوط البكتيرية إلى وحدات صغيرة، أكبرها يتجه إلى أعلى، أي في تعاقب قمي.

٧ ـ ٨ : صور مجهرية لنوعين من الجنس ثيرمواكتينوميسيس Thermoactinomyces المعزول من البيئة الكويتية، ويلاحظ الجراثيم المفردة الموجودة على الخيوط البكتيرية.

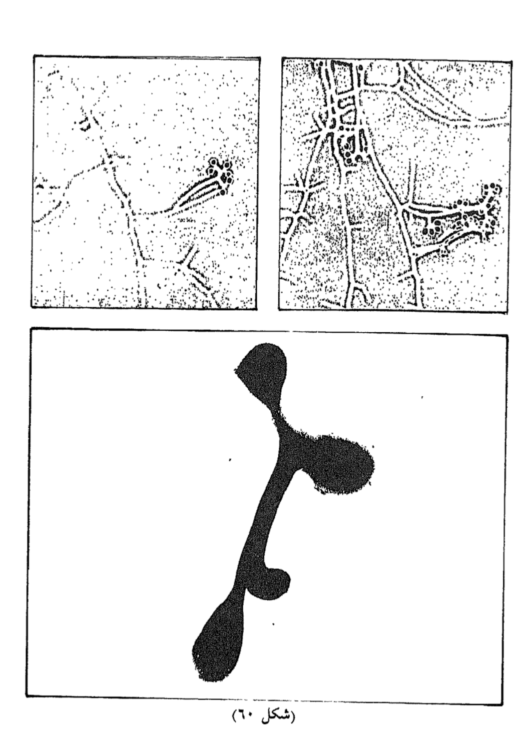


(شكل ٥٩)

١ - ٢ : صور مجهرية لنوعين من الجنس أكتينوبايفدا Actionobifida المعـزول من البيئة الكويتية، ويلاحظ حامل الجراثيم المتفرع تفرعا ثنائيا (السهم).

٣ : صورة مجهرية لنوع من الجنس سكارومونوسبورا Saccharomonospora المعزول من البيئة الكويتية تبين خيطا بكتيريا يحمل جراثيم مفردة متجاورة.

٤ : صورة بمجهر الألكترون للنوع السابق تبين الجراثيم المفردة المتجاورة.



(شكل ٦٠)

١ - ٢ : صور مجهرية لنوعين من الجنس أكتينوبايفدا Actinobifida المعزول من البيئة الكويتية ويلاحظ الجراثيم المفردة المحمولة على حوامل متفرعة تفرعا ثنائيا.
٣ : صور بمجهر الألكترون لأحد الأنواع السابقة تبين جراثيم مفردة محمولة على حامل متفرع تفرعا ثنائيا.

البكتيريا التي تنتشر في هواء المستشفيات

من المتفق عليه أن المستشفيات الحديثة هي التي تتميز بالنظافة في جميع أركانها، ومعايير النظافة تعكس المعايير الصحية المختلفة في كل مستشفى. وهناك شعور للإنسان العادي أن الأماكن غير النظيفة تكون مرتبطة بسرعة الإصابة بالأمراض المختلفة.

ويطلق المصطلح عدوى المستشفيات Hospital infection على العدوى التي يأخذها المريض في أثناء إقامته في المستشفى، وقد تكون هذه العدوى عدوى ذاتية Self-infection، وفيها يصاب المريض بوساطة ميكروبات من جسم المريض نفسه، حيث تكون السبب في تلوث جروحه، أو تكون العدوى ناتجة من انتقال الميكروب من شخص إلى آخر Cross infection، وقد يكون انتقال الميكروب مباشرا من شخص إلى شخص، أو غير مباشر عن طريق الأدوات الشخصية للمريض، أو عن طريق الهواء. وقد تتسبب هذه الصور المختلفة للعدوى داخل المستشفى إلى تأخر شفاء المريض، وأحيانا تسبب وفاته. هذا إلى جانب أن طول مدة إقامة المريض داخل المستشفى تكون مكلفة للدولة وللفرد.

وقد أشار بعض الباحثين أمثال (Brachman etal, 1982) أن منظمة الصحة العالمية WHO قد قدرت أن ١٩٠ مليون شخص يدخلون المستشفيات للعلاج خلال السنة الواحدة، وعلى الأقل حوالي ٥ ٪ من هذا العدد (أكثر من ٨ ملايين شخص) يكونون معرضين للعدوى من المستشفيات ومن بين هذه النسبة يموت حوالي مليون شخص سنويا نتيجة هذه العدوى. وعند حساب التكلفة المادية نتيجة تأخر شفاء هذا العدد من المرضى بسبب عدوى المستشفيات تبين أنها تقدر بحوالي بليوني دولار في السنة.

وخطورة عدوى المستشفيات ليست منصبة فقط على المرضى المقيمين في المستشفى للعلاج، ولكن يمكن لهذه العدوى أن تنتقل إلى موظفي المستشفى، من أطباء وممرضات وحتى الزائرين، الذين يكونون على اتصال بذويهم المرضى، الذين يخرجون من المستشفى عقب علاجهم، ويظلون حاملين لمكروب العدوى لفترات زمنية مختلفة.

ويكتسب المريض العدوى داخل المستشفى، إما من حجرة العمليات الجراحية، التي أجريت له فيها الجراحة، وتسمى العدوى في هذه الحال عدوى أولية Primary infection، وإما أن تكون العدوى في داخل العنابر بعد نقل المريض إليها، وتسمى العدوى في هذه الحالة عدوى ثانوية Secondrey infection. وفي الحالة الأولى يصل ميكروب العدوى إلى الجرح عن طريق أيدي الجراحين، أو الأدوات الطبية غير المعقمة، أو من جلد المريض، أو من هواء الحجرة نفسها كما أوضح Pollock, 1982. أما في الحالة الثانية، فإن العدوى تكون عن طريق ملابس المريض، أو جلده، أو هواء العنابر أيضا. ومن هذا يتضح أن الهواء في كل من الحالتين يكون سببا في حدوث العدوى داخل المستشفى. ولذلك فإن ازدياد أعداد المرضى في العنبر الواحد، وعدم التهوية الصحية الجيدة، وتراكم الغبار، كل هذا من شأنه أن يزيد المحتوى البكتيري للهواء في هذه العنابر. وأيضا الأنشطة المختلفة داخل العنبر في أثناء عمليات التنظيف، وتغيير الملابس، ومفروشات الأسرة، كل هذا ينثر إلى الهواء أعدادا كبيرة من البكتيريا. وأحيانا الأطباء والممرضات يشتركون في نقل البكتيريا من شخص إلى شخص، ومن مكان إلى مكان داخل المستشفى، وخاصة إذا لم ينظف الطبيب والممرضات أيديهم بعد كل زيارة أو فحص لمريض. وأحيانا يكون الكثير من الممرضات حاملا لأنواع معينة من الميكروبات في أماكن متفرقة من أجسامهن.

وقد أوضح بعض الباحثين أمثال (Haley et al. 1982) أن سرعة تلوث

الجروح في أثناء العمليات الجراحية تتزايد تدريجيا بازدياد المدة المقررة للعملية، أي بازدياد بقاء المريض تحت الجراحة مدة أطول. وقد وجد أنه بعد عمليات جراحية استغرقت كل منها ٣٠ دقيقة، كانت نسبة تلوث الجروح ١,٧ ٪، أما في العمليات الجراحية، التي تستغرق وقتا أكثر من ٢١٠ دقيقة، فإن سرعة التلوث قد وصلت إلى ١٤ ٪.

مما سبق يتضح أن الهواء يعد وسيلة لنشر البكتيريا بأنواعها في الهواء، ويعد مصدرا مهما لتلوث الجروح والإصابات الأخرى المختلفة. والبكتيريا قد توجد في الهواء على صورتين، الحالة الأولى على هيئة قطرات صغيرة Droplets، تتراوح أقطارها بين ٤ ـ ٨ ميكرون، أما الحالة الثانية، فتكون على هيئة دقائق أصغر Dtoplet nuclei، تتراوح أقطارها بين ١ ـ ٢ ميكرون. والدقائق الكبيرة تترسب أسرع من الصغيرة إلى سطح الأرض، ثم تنتشر مرة أخرى في الهواء، عن طريق الأنشطة المختلفة، مثل حركة الأطباء، والممرضات، والمرضى أنفسهم. وأيضا كما ذكرنا سابقا عن طريق عمليات التنظيف، وتغيير ملابس المرضى، وغير ذلك.

وقد لاحظ بعض الباحثين أمثال (Williams et al. 1960)، أن الهواء في حجرة العمليات يمكن أن يتلوث بالبكتيريا الممرضة، مثل البكتيريا العنقودية الذهبية *Staphylococcus aureus*، والبكتيريا السالبة لصبغة جرام، وخاصة بكتيريا القولون *E. coli*، وكليبسيللا *Klebseilla*. وسيدوموناس *Pseudomonas*، وغير ذلك. هذا إلى جانب البكتيريا العصوية المتجرثمة اللاهوائية من جنس كلوستريديوم *Clostriduim*.

ولذلك فقد لاحظ بعض الباحثين أنه كلما قل المحتوى البكتيري للهواء قلت تبعا لذلك العدوى بهذه الميكروبات. ويمكن تقليل المحتوى البكتيري في هواء غرف العمليات الجراحية باستعمال الأشعة فوق البنفسجية، ونظام التهوية الصحية الجيدة، واستعمال المنظفات والمعقمات

ذوات الكفاءة العالية.

وقد لاحظ بعض الباحثين أمثال (Shooter etal 1956) أنه بعد عمليات التهوية الصحية الجيدة، قد نقصت الأعداد البكتيرية من ٥٠ خلية في اللتر الواحد من الهواء، إلى خمس خلايا فقط. وهذا قد قلل من تلوث الجروح من ٩٪ إلى ١٪.

وقد أشار (Brachman 1982) أن عدوى المستشفيات قد تتسبب في إصابة الأجهزة البولية، وتلوث الجروح المختلفة، وإصابة الجزء السفلي من الجهاز التنفسي. والإصابة بالأمراض الجلدية وغيرها. وتكون البكتيريا المسئولة عن معظم هذه الإصابات من البكتيريا العصوية السالبة لصبغة جرام يليها البكتيريا العنقودية الذهبية. وتكون بكتيريا القولون *E. coli* مسؤولة عن الأصابات الأولية المختلفة، يليها البكتيريا العنقودية الذهبية، ثم البكتيريا كليبسيللا ***Klebseilla***.

ويعد عبد السلام ودياب (١٩٧٥) أول من قاما بدراسة البكتيريا المحمولة في هواء بعض المستشفيات في الكويت، حيث قاما بعمل حصر مبدئي للتلوث البكتيري في أجواء بعض المستشفيات. والمستشفيات التي درست في هذا الوقت هي: الأميري، الصباح، والصليبيخات. (العيون، والعظام)، وأخذت العينات من كل مستشفى، ممثلة للهواء الداخلي من عنابر المرضى، ومن غرف العمليات الجراحية، كما أخذت عينات أيضا من الهواء الخارجي المحيط بكل مستشفى.

وتبين من هذه الدراسة أن المحتوى البكتيري للهواء الداخلى للمستشفيات أعلى بكثير من محتوى الهواء الخارجي. وقد دلت التجارب على أن محتوى الهواء من البكتيريا الحية الكلية والبكتيريا المحللة لكرات الدم الحمراء، يختلف من مستشفى إلى آخر، حتى داخل المستشفى الواحد

يختلف من قسم إلى قسم، قبل أو بعد إجراء العمليات الجراحية.

ومن النتائج التي أمكن الحصول عليها (جدول ٣٣ وشكل ٦١) يمكن الخروج ببعض الملاحظات الآتية:

- الهواء الخارجي المحيط بكل مستشفى في جميع الحالات كان محتواه البكتيري أقل من المحتوى البكتيري للهواء الداخلي في كل مستشفى، سواء في داخل غرف العمليات الجراحية، أم في داخل ممرات العنابر.

- محتوى الهواء الداخلى في ممرات العنابر كان في معظم الحالات أكثر من محتوى غرف العمليات الجراحية، سواء قبل أو بعد فترة الجراحة.

- بعد الانتهاء من إجراء العمليات الجراحية المختلفة ازداد المحتوى البكتيري للهواء داخل غرف الجراحة بنسب تتراوح بين ٤٤,٤ ٪ إلى ٨٠ ٪ في مستشفى الأميري، و ٢٠٥,٧ ٪ في قسم العيون في مستشفى الصليبيخات. أما في مستشفى الصباح وقسم العظام في الصليبيخات. فقد حدث العكس، حيث قلت الأعداد البكتيرية في هواء غرف الجراحة، بعد إجراء العمليات الجراحية، وذلك بنسبة ٢,٣ ٪ في الصباح، ٤,٣ ٪ في قسم العظام.

وهذه النتائج تعكس الأنشطة المختلفة، واختلاف طرق التنظيف والتعقيم، وأيضا اختلاف نوعية العملية الجراحية في كل مستشفى، وفي كل قسم من أقسام المستشفى الواحد.

- أما المحتوى البكتيري للهواء في ممرات العنابر، فقد اختلف على حساب طبيعة الفترة الزمنية التي جمعت فيها عينات الهواء، حيث دلت النتائج أن التركيزات العالية من البكتيريا قد أمكن الحصول عليها في الفترة الصباحية، أي قبل البدء بالعمليات الجراحية. وفي هذه الفترة الزمنية، تبدأ عمليات التنظيف المختلفة، وتغيير ملابس المرضى، ومفروشات

الأسرة، وغير ذلك من الأنشطة التي تبدأ في الصباح الباكر.

ومن نتائج التركيزات المختلفة للبكتيريا التي تحلل كرات الدم الحمراء (جدول ٣٤ وشكل ٦٢) يتبين الآتي:

- محتوى الهواء الخارجي من البكتيريا المحللة للدم أقل من محتوى الهواء الداخلى للمستشفيات، ما عدا قسم العظام حيث حدث العكس.
- قبل إجراء الجراحة كان تركيز البكتيريا المحللة للدم في هواء ممرات العنابر أعلى منه في هواء غرف الجراحة. أما في نهاية فترة الجراحة، فقد حدث العكس في مستشفى الأميري والصباح فقط.
- ازداد محتوى الهواء من البكتيريا المحللة للدم في داخل غرف الجراحة بعد نهاية فترة الجراحة، وذلك بنسبة ٥٨,٨ ٪ - ١٨٣,٥ ٪ في مستشفى الأميري، ١٢,١ ٪ في مستشفى الصباح، ١٠ ٪ في قسم العيون، على حين حدث العكس في قسم العظام، فقد قلت بنسبة ٦٦,٧ ٪. أما في هواء غرف التخدير في مستشفى العيون، فقد قلت التركيزات بنسبة ١٥,٤ ٪. من هذا يتضح أن الهواء الداخلى لمستشفى الأميري في هذا الوقت كان أكثر تلوثا بهذه المجاميع البكتيرية إذا ما قورن بالهواء في المستشفيات الأخرى.

وفي أثناء هذه الدراسة تم عزل وتنقية عدد من المزارع البكترية من الهواء الداخلى لغرف العمليات بعد انتهاء فترة الجراحة، وذلك من مستشفى الأميري، ومستشفى العظام، وقد كانت الأعداد المعزولة من المستشفى الأميري ٤٣ مزرعة، ومن مستشفى العظام ٤٢ مزرعة. أما من الهواء الخارجي لكل مستشفى، فقد تم عزل ٣٣ مزرعة من المحيط الخارجي لمستشفى الأميري، و٢٠ مزرعة من المحيط الخارج لمستشفى العظام. ومن النتائج التي أمكن الحصول عليها (جدول ٣٥، شكل ٦٣) يمكن الخروج

بالنقاط الآتية:

- البكتيريا العصوية السالبة لصبغة جرام أمكن التعرف عليها فقط من الهواء الداخلي لغرفة الجراحة، وقد وجدت هذه الكائنات بنسبة ١٤٪ في مستشفى الأميري، ٥٪ في مستشفى العظام. هذا بالإضافة إلى وجود الخميرة بنسبة ١٤٪ في هواء غرف الجراحة الخاصة بالمستشفى الأميري. ومن الملاحظ أن الخميرة والبكتيريا العصوية السالبة لصبغة جرام لم توجد في الهواء الخارجي المحيط بكل من المستشفيين.
- البكتيريا العصوية الموجبة لصبغة جرام وجدت تقريبا بنسب متساوية في الهواء الخارجي، والهواء الداخلى لمستشفى الأميري (٣٦ ٪، ٤٠ ٪ على التوالي). أما في مستشفى العظام، فقد كانت نسبة البكتيريا العصوية الموجبة لصبغة جرام أقل بكثير في الهواء الداخلي (١٦ ٪) عنه في الهواء الخارجي (٨٠ ٪).
- البكتيريا الكروية أظهرت نتائج عكسية عند مقارنتها بالبكتيريا العصوية الموجبة لصبغة جرام، حيث كانت نسبتها في الهواء الداخلى أقل من الهواء الخارجي لمستشفى الأميري (٣٢ ٪، ٦٤ ٪). أما في قسم العظام، فقد حدث العكس.

وعند تعيين الأنواع الممرضة من البكتيريا الكروية *(Staphylococcus aureus)* المعزولة من كل من الهواء الداخلى والخارجي لكل من المستشفيين تبين أن أعلى نسب من هذه البكتيريا أمكن الحصول عليها من هواء غرف الجراحة (جدول ٣٦)، وقد كان الهواء الخارجي لمستشفى الصليبيخات خاليا من هذه الأنواع الممرضة المسماة *Staphylococcus aureus* على حين أن الهواء الخارجي لمستشفى الأميري قد أحتوى على ٥٢٪ وربما يرجع سبب ذلك إلى أن المنطقة التي توجد فيها المستشفى الأميري عبارة عن منطقة سكنية آهلة

بالسكان، إذا ما قورنت بمستشفى الصليبيخات، التي توجد بعيدة عن الأحياء السكنية. ولذلك فإنه من المستحب بناء المستشفيات بعيدا عن الأحياء السكنية وهذا ما قاله الطبيب المسلم الرازي من زمن بعيد، حيث اقترح بناء المستشفى في المنطقة التي إذا علقت في هوائها قطعة من اللحم لاتفسد إلا بعد فترة طويلة، أما إذا فسدت قطعة اللحم بسرعة، فإن هذه المنطقة لا تصلح لبناء المستشفى، حيث إن الفساد السريع لقطعة اللحم يعني وجود البكتيريا في هذه المنطقة بتركيزات كبيرة.

وعند دراسة حساسية البكتيريا العنقودية الممرضة ***Staph. aureus*** لبعض مضادات الأحياء الشائعة الإستعمال في كل من مستشفى الصليبيخات والأميري (جدول ٣٧) شكل رقم (٦٤) يتبين أن المضاد الحيوي ريفامبسين هو أقوى المضادات الحيوية في هذا الوقت في تأثيره في هذا النوع من البكتيريا حيث أظهرت جميع المعزولات حساسية لهذا المضاد الحيوي.. يلي ذلك جلوكاسيللين وسيفالوثين.

أما حساسية البكتيريا العصوية السالبة لصبغة جرام لهذه المضادات الحيوية (جدول ٣٨). فإنها تختلف عن حساسية البكتيريا العنقودية الممرضة، وكان أقوى المضادات الحيوية تأثيرا في هذه المجموعة البكتيرية هو ريفامبسين وستربتوميسين، حيث أظهرت جميع المعزولات حساسية لهذين النوعين من المضادات الحيوية يلي ذلك تتراسيكلين، ثم كلورامفينيكول.

وقد أظهرت النتائج أن حساسية الأنواع البكتيرية المختلفة تختلف من مستشفى إلى آخر، حيث وجد أن نسب الأنواع المقاومة لكثير من المضادات الحيوية كانت أكثر في هواء مستشفى الصليبيخات عنه في هواء مستشفى الأميري.

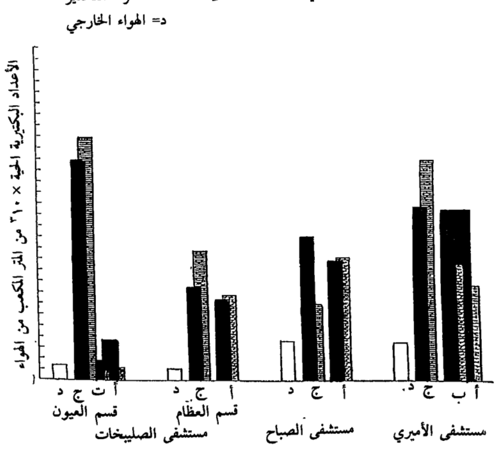
جدول رقم (٣٣)

التركيزات المختلفة للبكتيريا الحية الموجودة في المتر المكعب من الهواء داخل غرف العمليات الجراحية لبعض المستشفيات في الكويت ويبين الجدول أيضا التركيزات المختلفة في ممرات العنابر والهواء الخارجي المحيط بكل مستشفى.

مستشفى	مكان جمع العينة	نوع العملية	تركيز البكتيريا في الهواء الداخلي: قبل إجراء العملية	تركيز البكتيريا في الهواء الداخلي: بعد إجراء العملية	عدد البكتيريا في الهواء الخارجي
الأميري	غرفة عمليات أ	Aseptic*	٨٥٧	١٥٤٣	
	غرفة عمليات ب	Aseptic	١٠٥٠	١٥١٦	٣٥٠
	ممرات عنابر	—	١٩٨٦	١٥٦٦	
الصباح	غرفة عمليات	Septic**	١١١١	١٠٨٦	
	ممرات عنابر	—	٦٧٩	١٣٠٠	٣٧١
العظام	غرفة عمليات	Aseptic	٧٧٤	٧٤١	
الصليبخات	ممرات عنابر	—	١١٨١	٨٥٢	١١٤
العيون	غرفة عمليات	Aseptic	١٢٣	٣٧٦	
	غرفة تخدير	—	١٠٧	١٩٠	١٣٧
	ممرات عنابر	—	٢١٩٤	١٩٨٣	

(*) Aseptic: عمليات تحتاج إلى تطهير كامل مثل عمليات العظام والقلب.

(**) Septic: عمليات لا تحتاج إلى تطهير كامل مثل عمليات الزائدة الدودية واللوز.



(شكل ٦١)

يبين تركيزات البكتيريا الحية في اللتر الواحد من الهواء داخل الأقسام المختلفة في المستشفيات المختلفة.

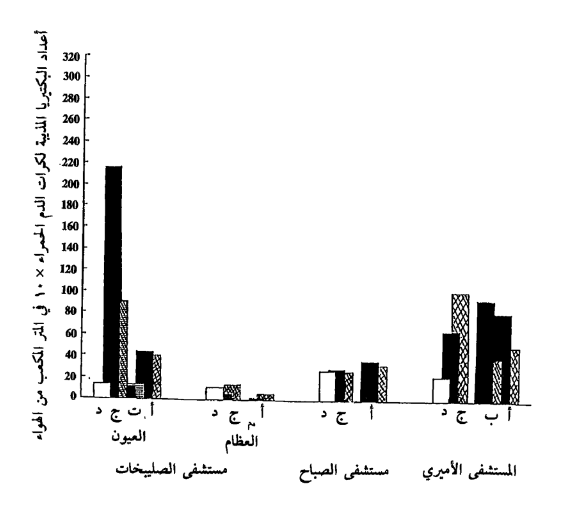
جدول رقم (٣٤)

التركيزات المختلفة للبكتيريا المحللة لكرات الدم الحمراء في المتر المكعب من الهواء لبعض المستشفيات في الكويت.

اسم المستشفى	مكان جمع العينة	نوع العملية	أعداد البكتريا في الهواء		
			قبل إجراء العملية	بعد إجراء العملية	الهواء الخارجي
الأميري	غرفة عمليات أ	Aseptic*	٥١	٨١	
	غرفة عمليات ب	Aseptic	٣٩	٩٣	٢٣
	ممرات عنابر	—	١٠١	٦٤	
الصباح	غرفة عمليات	Septic**	٣٣	٣٧	
	ممرات عنابر	—	٢٦	٢٩	٢٧
العظام	غرفة عمليات	Aseptic	٦	٢	
	ممرات عنابر	—	١٤	٥	١٢
العيون	غرفة عمليات	Aseptic	٤٠	٤٤	
	غرفة تخدير	—	١٣	١١	١٣
	ممرات عنابر	—	٩٠	٢١٦	

▩ الأعداد قبل إجراء العملية
■ الأعداد بعد إجراء العملية
□ الأعداد في الهواء الخارجي المحيط بالمستشفى

أ = غرفة العمليات أ
ب= غرفة العمليات ب
ج= ممرات العنابر
ت= غرفة التخدير
د= الهواء الخارجي



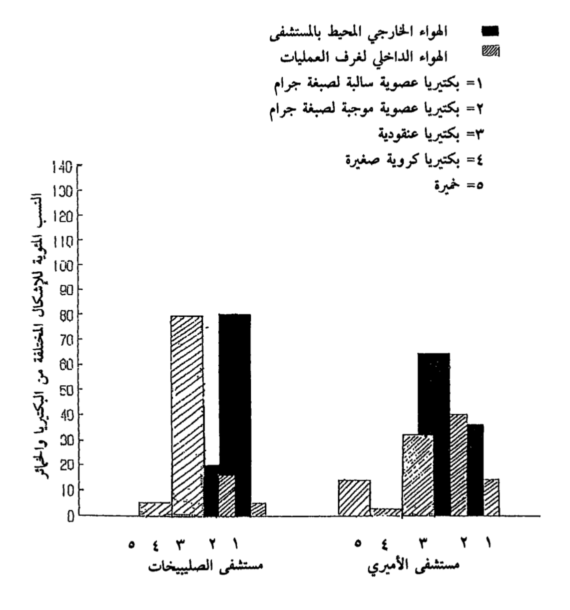
(شكل ٦٢)

يبين تركيزات البكتيريا المذيبة لكرات الدم الحمراء في اللتر الواحد من الهواء داخل المستشفيات المختلفة.

جدول رقم (٣٥)

أعداد الكائنات الدقيقة المعزولة من الهواء والنسب المئوية لأشكالها المختلفة

المستشفى	الأعداد المعزولة		النسب المئوية									
	الهواء الخارجي	غرف العمليات	بكتيريا عصوية سالبة بصبغة جرام		بكتيريا عصوية موجبة بصبغة جرام		بكتيريا عنقودية كروية		بكتيريا كروية صغيرة		خميرة	
			هواء خارجي	غرف عمليات	هواء خارجي	غرف عمليات	هواء خارجي	غرف عمليات	هواء خارجي	غرف عمليات	هواء خارجي	غرف عمليات
الأميري	٣٣	٤٣	—	١٤	٣٦	٤٠	٦٤	٣٢	—	٣	—	١٤
الصليبيخات	٢٠	٤٢	—	٥	٨٠	١٦	٢٠	٧٩	—	٥	—	—



(شكل ٦٣)

يبين النسب المئوية للأشكال المختلفة من البكتيريا المعزولة من الأماكن المختلفة داخل المستشفى الأميري ومستشفى الصليبيخات.

جدول رقم (٣٦)

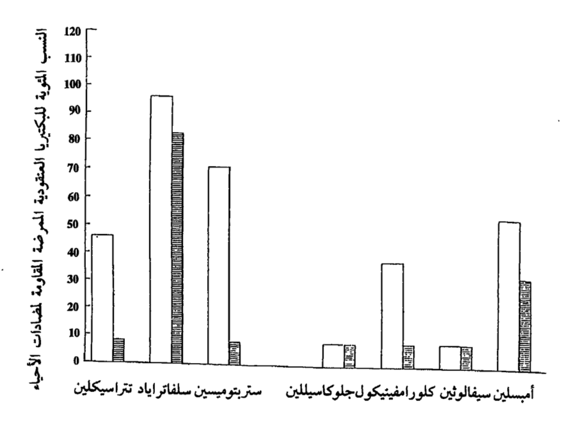
النسب المختلفة للبكتيريا العنقودية المرضة المعزولة من غرف العمليات الجراحية ومن الهواء الخارجي لمستشفى الأميري ومستشفى الصليبيخات

اسم المستشفى	أعداد البكتيريا العنقودية		نسبة الأنواع الممرضة	
	هواء خارجي	غرف عمليات	هواء خارجي	غرف عمليات
الأميري	٢١	١٦	٥٢	٨١
الصليبيخات	٤	٢٨	—	٨٦

جدول رقم (٣٧)

النسب المئوية للبكتيريا العنقودية الممرضة المقاومة لبعض مضادات الأحياء الشائعة الاستعمال في مستشفيات الكويت.

المضاد الحيوي	النسبة المئوية للبكتيريا المقاومة	
	م. الأميري	م. الصليبيخات
أمبسلين (٢٥)	٣٣	٥٤
سيفالوثين (٣٠)	٨	٨
كلورامفينيكول (٢٥)	٨	٣٨
جلوكساسيللين (٥)	٨	٨
ريفامبسين (٣٠)	صفر	صفر
ستربتوميسين (١٠٠)	٨	٧١
سلفاترایاد (٢٠٠)	٨٣	٩٦
تتراسيكلين (٢٥)	٨	٤٦



(شكل ٦٤)

النسب المئوية للبكتيريا العنقودية الممرضة *(Staph. aureus)* المقاومة لمضادات الأحياء، والمعزولة من هواء مستشفى الأميري، ومستشفى الصليبيخات.

جدول رقم (٣٨)

النسب المئوية للبكتيريا العصوية السالبة لصبغة جرام المقاومة لبعض مضادات الأحياء الشائعة في مستشفيات الكويت

المضاد الحيوي	النسبة المئوية للبكتيريا المقاومة	
	م. الأميري	م. الصليبيخات
أمبسلين (٢٥)	٦٠	١٠٠
سيفالوتين (٣٠)	٨٠	١٠٠
كلورامفينيكول (٢٥)	٤٠	١٧
جلوكساسيللين (٥)	١٠٠	١٠٠
ريفامبسين (٣٠)	صفر	صفر
ستربتوميسين (١٠٠)	صفر	صفر
سلفاترایاد (٢٠٠)	١٠٠	١٠٠
تتراسيكلين (٢٥)	صفر	٣٣

REFERENCES

1. Abdel Salam, M.S. and A. Diab. (1975). Bacterial contamination in different hospitals of Kuwait: A preliminary survey and some suggested activities. J. Univ. Kuwait (Sci) 2: 25-33.

2. Al-Jazairy, H. (1982). The advantages of establishing infection control policies in the Middle East p. 3-4 In. S. Sabri and J.R. Tittensor (ed). Proceeding of the First Middle East Symposium Hospital Infection and its control, Kuwait, November, 1981. Barker Publication Ltd. England.

3. Bergey's Manual of Determinative bacteriology, 8th ed. (R.E. Buchanan and N.E. Gibbons, eds.; Editorial board: Cowan, Holt, Liston, Murray, Niven, Ravin and Stanjer). The Williams & Wilkins Comp., Baltimore 1974.

4. Brachman, P.S., T.G. Emorl, J.S. Garner and R.W. Haley (1982). Incidence of hospital-acquired infection in the United States of America. p. 11-15. In S. Sabri, and J.R. Tittensor (ed). Proceeding of the First Middle East Symposium, "Hospital Infection and its Control", Kuwait, November, 1981. Barker Publication Ltd. England.

5. Diab. A. (1978). Studies on thermophilic microganisms in certain soils in Kuwait. Zbl. Bakt. II. Abt., 133 579.

6. Diab, A. & A. Al-Zaidan, (1976). Actinomycetes in the desert of Kuwait. Zbl. Bakt. II. Abt., 131, 545.

7. Diab, A. and M.Y. Al-Gounaim, (1982). Spores of thermophilic actinomycetes in the atmosphere of Kuwait associated with allergic diseases. J. Univ. Kuwait (Sci. 1, 9, 119)

8. Diab, A. & M.Y. Al-Gounaim, (1982). Streptomyces Spinoverrucosus, a New species from the Atmosphere of Kuwait. Int. J. Syst. bact.; 32 (3), 327

9. Diab, A. & M.Y. Al-Gounaim, (1982). Studies on the streptomycete flora in the soil and rhizosphere of some desert plant communities in Kuwait. J. Uni. Kuwait 9, 263.

10. Diab, A., F. Batran & A. Al-Zaidan, (1976). Air borne bacteria in the atmosphere of Kuwait. Zbl. Bakt. II. Abt.; 131, 535.

11. Diab, A., S.A. Omar & H. Hertani, (1977). Air-borne actinomycetes in the atmosphere of Kuwait. Zbl. Bakt. II. Abt.; 132-273.

12. Gorden, R.W. & M.M. Smith. (1955). Proposed group of characters for the separation of Streptomyces and Nocardia. J. Bact.; 69, 147

13. Gregons, P.H. 1973. Microbiology of the atmosphere. Leonard Hill, An International Publisher, London

14. Haley, R.W., T.M. Hooten, D.H. Culver (1982). Nosocomial infection in US Hospitals, 1975-1976. Estimated frequency by selected characteristics of patients. Am. J. Med. 70 947

15. Hatch, T.F. 1961. Destribution and depositire of inhaled particles in the respiratory tract. Bact. Rev. 25, 237.

16. Lister, J. 1868. An address on antiseptic system treatment in surgery. Br. med. J., ii, 53-56.

17. Miquel, P. 1883. Les organisms vivants de l'atmosphere. Gauthier-Villars, Paris, 310p.

18. Pollock, A.V. (1982). Prophylaxis of infection in abdominal surgery, p. 55-57. In S. Sabri and J.R. Tittensor (ed). Proceeding of the First Middle East Symposium "Hospital Infection and its Control", Kuwait, November, 1981. Barker Publications, Ltd. England.

19. Pollock, A.V. (1982). Infection of prosthetic implants - a special case. p. 63-65. In S. Sabri and J.R. Tittensor (ed). Proceeding of the First Middle East Symposium, "Hospital Infection and its Control", Kuwait, November, 1981. Barker Publications, Ltd., England.

19. Shooter, R.A. Taylor, G.W.; Ellis, G: and Ross, J.P. (1956). Surg. Gynec. Obstet. 103: 257.

20. Thomson, V.F., S.O. Larsen, and O.B. Jepson (1970). Post operative wound sepsis in general surgery. Part IV. Sources and routes of infection. Acta. Chir. Scand p. 136.

21. Webb, S.J. 1959. Factors affecting the viability of airborne bacteria. Can. J. Microbiol. 5, 649

22. Well, W. and Zopposont, P. 1948. The effect of humidity on B-streptococci atomized in air. Science, 277.

23. Williams, R.E.O.; Blowers, R.; Garrod, L.P.; and Shooter, R.A. (1960). Hospital Infection: Causes and Prevention Lioyd-Luke Ltd., London. a-p. 1, b.p. 24, c-p 63, d-p. 95, e-p. 9.

اصدارات مؤسسة الكويت للتقدم العلمي

انشئت إدارة التأليف والترجمة والنشر عام ١٩٨٢ للمساهمة في دعم المكتبة العربية بالمراجع المتخصصة والدراسات الجادة والكتابات الهادفة، إيمانًا من مؤسسة الكويت للتقدم العلمي بجدارة اللغة العربية في استيعاب العلوم كافة وأصالتها في تبني مختلف الثقافات، وعراقتها في التعبير عن جل الحضارة.

وانطلاقًا من أن نشر الكتاب هو خير طريق لمواكبة التقدم العلمي. ودليلاً هدى أول كلمة نزلت في القرآن الكريم (اقرأ). تصدر الإدارة ثمانية سلاسل من الكتب والموسوعات هي:

- سلسة الموسوعات العلمية.
- سلسلة الرسائل الجامعية.
- سلسلة الكتب المتخصصة.
- سلسلة الكتب المترجمة.
- سلسلة الثقافة العلمية.
- سلسلة التراث العلمي العربي.
- سلسلة المؤلف الناشئ.
- سلسلة ترجمة أمهات الكتب.

سلسلة الكتب المتخصصة

- الكسوف والخسوف
  د. صالح العجيري
- تاريخ صناعة السفن في الكويت
  د. نجاة الجاسم، د. الخصوص
- التحليل الإحصائي في البحوث التربوية والنفسية
  د. عبد الجبار توفيق
- صناعة الألبان في الكويت
  د. محمد جعفر
- بيئة الاستثمار الصناعي في الكويت
  د. كمال عسكر
- نباتات الكويت الطبيـة
  عيسى الخليفة ، د. محمد صلاح
- حالات في السياسة الإدارية
  أمثال أحمد الجابر
- الإبل العربية
  م. محمد عبدالله الصالح
- الحيرات الفلكية
  د. عبد الرحيم بدر
- دليل النباتات الكويتية البرية
  د. علي الراوي.
- تحليل جداول المدخلات والمخرجات
  د. جعفر عباس حجي
- السوق العربية للتأمين
  د. نبيل محمد رحيم
- مجلس إدارة الشركات المساهمة
  د. طعمه الشمري
- تشريح العين وملحقاتها
  د. عبد الرزاق سامرائي
- الأمن الغذائي في الوطن العربي
  محمد سيد حنفي
- التطور السريع في بعض دول الخليج
  د. لبنى القاضي
- الادارة في المجال الرياضي
  د. مساعد الهارون
- التقويم الجراحي للفك والأسنان
  د. بدر الحميد
- الحرب الكيميائية
  د. فايزة الخرافي – نزار السيد
- التعليم الذاتي
  د. مصباح الحاج عيسى
- اختصاصات الحكومة المستقيلة
  د. عادل الطبطبائي
- تصورات الأمة المعاصرة
  د. ناصيف نصار
- الكوفة منشأ المدينة العربية الإسلامية
  د. هاشم جعيط
- أحكام الإفلاس في قانون التجارة الكويتي
  د. عزيز العكيلي
- دراسة نظرية نقدية حول القياس الموضوعي للسلوك
  د. أمينة محمد كاظم
- الجامعات المفتوحة
  الشيخ. سلمان الصباح
- تعليم المرأة الكويتية
  د. أمل العذبي الصباح
- الموجز في الطب الإسلامي
  سعيد الديوه جي
- شركات القطاع العام في القانون الكويتي والمصري
  د. طعمة الشمري
- علم الفلك وفلسفة النسق الكوني
  م. فايزة فوق العادة
- أسرار التداوي بالعقار
  د. كمال الدين البتانوني
- أسماك الزينة وطرق تزيينها
  د. سيد شرف الدين

- عـزيزي القارئ للحصول على نسخة من أي كتاب من قائمة الكتب يرجى مراسلة المؤسسة على العنوان التالي : مؤسسة الكويت للتقدم العلمي إدارة التأليف والترجمة والنشر ص.ب ٢٥٢٦٣ الرمز البريدي 13113 الكويت ت: ٢٤٢٥٨٩٨ - ٢٤٢٦٢٠٧ - فاكس: ٢٤٠٣٨٩٧

